平成２５年度外務省政府開発援助海外経済協力事業
（本邦技術活用等途上国支援推進事業）委託費
「案件化調査」

ファイナル・レポート

タイ国

日本の先端測量機器及び計測技術を活用した構造物の3D維持管理手法普及に係る案件化調査

平成26年3月
（2014年）

関西工事測量株式会社・株式会社オリエンタルコンサルタンツ
共同企業体

本調査報告書の内容は、外務省が委託して、関西工事測量株式会社・株式会社オリエンタルコンサルタンツ共同企業体が実施した平成２５年度外務省政府開発援助海外経済協力事業（本邦技術活用等途上国支援推進事業）委託費（案件化調査）の結果を取りまとめたもので、外務省の公式見解を表わしたものではありません。
また、本報告書では、受託企業によるビジネスに支障を来す可能性があると判断される情報や外国政府等との信頼関係が損なわれる恐れがあると判断される情報については非公開としています。なお、企業情報については原則として２年後に公開予定です。

目次

巻頭写真 3
略語集 5
要旨 8
はじめに～調査概要～ 13

第 1 章　タイ国における当該開発課題の現状及びニーズの確認 18
1-1. タイ国の政治・経済の概況 18
1-2. タイ国の対象分野における開発課題の現状 20
1-3. タイ国の対象分野の関連計画、政策及び法制度 31
1-4. タイ国の対象分野の ODA 事業の事例分析及び他ドナーの分析 33

第 2 章　提案企業の技術の活用可能性及び将来的な事業展開の見通し 40
2-1. 提案企業及び活用が見込まれる提案製品・技術の強み 40
2-2. 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ 49
2-3. 提案企業の海外進出による日本国内地域経済への貢献 50
2-4. 想定する事業の仕組み（非公開部分につき非表示） 51
2-5. 想定する事業実施体制・具体的な普及に向けたスケジュール
（非公開部分につき非表示） 53
2-6. リスクへの対応 57

第 3 章　製品・技術に関する紹介や試用、または各種試験を含む現地適合性検証活動（実証・パイロット調査） 59
3-1. 製品・技術の紹介や試用、または各種試験を含む現地適合性検証活動（実証・パイロット調査）の概要 59
3-2. 製品・技術の紹介や試用、または各種試験を含む現地適合性検証活動（実証・パイロット調査）の結果 63
3-3. 採算性の検討 75

第 4 章　ODA 案件化によるタイ国における開発効果及び提案企業の事業展開に係る効果 76
4-1. 提案製品・技術と開発課題の整合性 76
4-2. ODA 案件化を通じた製品・技術等の当該国での適用・活用・普及による開発効果 79
4-3. ODA 案件の実施による当該企業の事業展開に係る効果 81

第 5 章　ODA 案件化の具体的提案 83
5-1. ODA 案件概要 83
5-2. 具体的な協力内容及び開発効果 85
5-3. 他 ODA 案件との連携可能性 106
5-4. その他関連情報 108

現地調査資料 **111**
1. 調査時の写真 111
2. 収集資料リスト 116
3. 参照情報リスト 117
4. 面談記録リスト 118

別添資料
1. 収集資料（非公開資料については非表示）
2. 面談記録（非公開部分につき非表示）

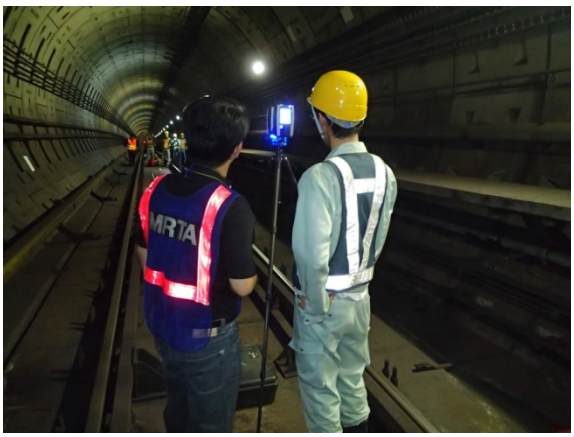
英文要約

巻頭写真

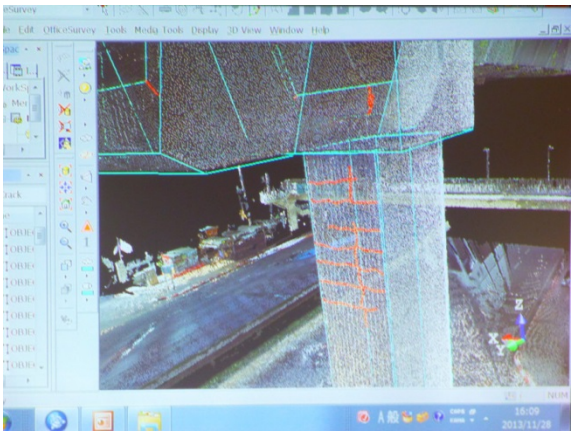
＜写真 1＞DOH でのプレゼンテーション風景

＜写真 2＞高架橋のデモンストレーション計測風景

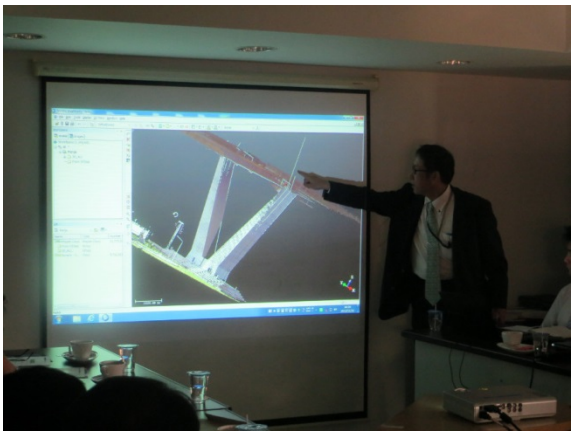
＜写真 3＞斜張橋のデモンストレーション計測風景



＜写真 4＞地下鉄トンネルのデモンストレーション計測風景



＜写真 5＞DOH の計測結果サンプル



＜写真 6＞DRR への計測結果説明風景

＜写真 7＞EXAT でのプレゼンテーション風景

＜写真 8＞教育省 Kitti 副大臣訪問風景

略語表

No	略語	言語	正式名称	和称
1	AASHTO	英語	American Association of State Highway and Transportation Officials	全米州高速道路交通協会
2	ACI	英語	American Concrete Institute	アメリカコンクリート学会
3	ADB	英語	Asian Development Bank	アジア開発銀行
4	AEC	英語	Asian Engineering Consultants Corp., Ltd.	会社名
5	ASEAN	英語	Association of South - East Asian Nations	東南アジア諸国連合
6	BECL	英語	Bangkok Expressway Public Co., Ltd.	バンコク高速道路株式会社
7	BIM	英語	Building Information Modeling	ビルディングインフォメーションモデル
8	BMA	英語	Bangkok Metropolitan Administration	バンコク都
9	BMCL	英語	Bangkok Mass Transit System Public Co., Ltd.	会社名
10	BMMS	英語	Bridge Maintenance Management System	橋梁維持管理システム
11	BRICS	英語	Brazil, Russia, India, China and South Africa	ブラジル、ロシア、インド、中国、南アフリカの五か国の総称
12	BTO	英語	Build-Transfer-Operate	建設−譲渡−運営
13	BTS	英語	Bangkok Transit System (Sky Train)	バンコク高架鉄道
14	BTSC	英語	Bangkok Mass Transit System Public Co., Ltd.	会社名
15	CAD	英語	Computer-aided design	コンピュータ支援設計
16	CIM	英語	Construction Information Modeling	建設生産プロセス全体を一体的に捉え、 建設情報の統合･融合による新しい建設管理システム
17	CMLT	英語	The Commission of Management of Land Traffic	陸上交通計画会議
18	DAC	英語	Development Assistance Committee	開発援助委員会
19	DOH	英語	Department of Highways	道路局
20	DOS	英語	Disk Operating System	コンピュータの分野でのオペレーティングシステム（OS）の一種
21	DRR	英語	Department of Rural Roads	地方道路局
22	ETA	英語	Expressway and Rapid Transit Authority of Thailand	タイ高速道路交通公社（旧称）
23	EU	英語	European Union	欧州連合
24	EXAT	英語	Expressway Authority of Thailand	タイ高速道路公社
25	FIG	仏語	Fédération Internationale des Géomètres	国際測量者連盟

26	F/S	英語	Feasibility Study	フィージビリティー調査
27	GDP	英語	Gross Domestic Products	国内総生産
28	GEF	英語	Global Environment Facility	地球環境ファシリティ
29	GFATM	英語	The Global Fund galvanizes support for the fight against AIDS, TB and malaria	世界エイズ・結核・マラリア対策基金
30	GIS	英語	Geographic Information System	地理情報システム
31	HS	英語	Harmonized Commodity Description and Coding System	商品の名称及び分類についての統一システム
32	IMF	英語	International Monetary Fund	国際通貨基金
33	JETRO	英語	Japan External Trade Organization	独立行政法人日本貿易振興機構
34	JICA	英語	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構(JICA)
35	JST	英語	Japan Science and Technology Agency	独立行政法人科学技術振興機構
36	MOT	英語	Ministry of Transport	運輸省
37	MRT	英語	Mass Rapid Transit	大量高速輸送交通
38	MRTA	英語	Mass Rapid Transit Authority of Thailand	タイ高速度交通公社
39	NECL	英語	Northern Bangkok Expressway Co., Ltd.	バンコク北部高速道路株式会社
40	NESDB	英語	Office of the National Economic and Social Development Board	国家経済社会開発委員会
41	NETIS	英語	New Technology Information System	新技術情報提供システム
42	NGO	英語	Non-Governmental Organizations	非政府組織
43	ODA	英語	Official Development Assistance	政府開発援助
44	OECD	英語	Organisation for Economic Co-operation and Development	経済協力開発機構
45	OJT	英語	On the Job Training	オン・ザ・ジョブトレーニング
46	OTP	英語	Office of Transport and Traffic Policy and Planning	交通政策･計画室
47	PAD	英語	People's Alliance for Democracy	民主主義人民連合
48	PC	英語	personal computer	パソコン
49	SATREPS	英語	Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development	地球規模課題対応国際科学技術協力
50	SRT	英語	State Railway of Thailand	タイ国鉄
51	TS	英語	Total Station	トータルステーション（測量機器）
52	UDD	英語	United Front of Democracy Against Dictatorship	反独裁民主戦線
53	UNAIDS	英語	Joint United Nations Programme on HIV and AIDS	国連合同エイズ計画
54	UNDP	英語	United Nations Development Programme	国際連合開発計画

55	UNFPA	英語	United Nations Population Fund	国連人口基金
56	UNHCR	英語	Office of the United Nations High Commissioner for Refugees	国連難民高等弁務官事務所
57	UNTA	英語	United Nations Regular Program for Technical Assistance	国連通常技術支援計画

要旨

＜第 1 章　タイ国における当該開発課題の現状及びニーズの確認＞

タイ国は、安定した経済状況の下、他のアジア諸国の中でも先行して発展を遂げてきた国の一つであり、今後日本を含めたアジア地域がさらに政治的・経済的に安定・発展していくために重要な役割を担っている。

本調査の対象分野である道路橋梁については、1980 年代から本格的な建設が始まったが、現在でも関心・予算ともに新規建設に重きを置く傾向にある。年々増加している既存橋に対する維持管理の重要性の認識はあるものの、予算不足により十分な対応が行われていない上、表面化した重大な劣化・損傷のみを補修対象とする「事後保全型維持管理」が主流となっている。今後の補修対象の増加に伴い、多額の補修費が必要となるのは必至であり、予算の制約により対応を先送りすれば先進国で発生したような崩落等の大事故につながる恐れもある。

先進国と同じ道をたどることを回避するためには、高精度な点検データに基づき劣化分析・予測を行い、適切な予防措置を講じて老朽化による損傷や事故を防ぐ「予防保全型維持管理」を早期から導入することが重要である。これまで円借款を中心にタイ国のインフラ整備に多大なる貢献をしてきた日本にとって、維持管理の分野においても先進国としての経験を活かして貢献することは重要な責務であると言える。

＜第 2 章　提案企業の技術の活用可能性及び将来的な事業展開の見通し＞

本調査において提案する技術は、インフラ構造物の維持管理における最も重要な点検項目の一つである「ひび割れ」を離れたところから高精度に計測して図面を自動作成する、関西工事測量のひび割れ計測システム「KUMONOS（クモノス）」と、維持管理に必要な図面を作成するための元データ（構造物の形状を大量の点データとして表したもの）を瞬時に取得する 3D レーザースキャナの計測技術である。

KUMONOS 及び 3D レーザースキャナは、構造物の現況（形状、ひび割れ等の劣化状況）を正確且つ定量的なデジタルデータとして取得するものであり、これらを継続的に活用することにより、現況のみならず劣化の進行や変位等の経時的な変化を定量的に正しく把握し、異常箇所・原因の特定や将来の劣化予測を行うことも可能となる。さらに、非接触の計測技術であることから、従来方法では調査できなかった箇所の計測が可能となり、重大な欠陥を見落とすリスクも低減できる。

海外における事業展開においては、KUMONOS の販売事業を軸とし、各国の状況に応じて 3D レーザースキャナとの併用等の活用例や管理・利活用まで含めた総合的なノウハウの紹介、ニーズに即した技術指導サービスの提案により、KUMONOS が継続的に活用される仕組みの構築を目指す。

本調査の対象国であるタイ国においても、機器販売事業とともに、KUMONOS や 3D レーザースキャナの計測技術者の確保及び養成も現地パートナーと協同して行う。将来的に

はタイ国以外の国・地域での計測業務に対しても、技術者を派遣できる仕組みを構築することを想定している。

＜第 3 章　製品・技術に関する紹介や試用、または各種試験を含む現地適合性検証活動（実証・パイロット調査）＞

本調査において提案技術のタイ国における適合性を検証するために、各構造物の管理組織に対する KUMONOS 及び 3D レーザースキャナの技術紹介・ヒアリング調査に加え、DRR・MRTA・DOH の 3 組織の管理構造物に対して KUMONOS と 3D レーザースキャナを用いた小規模な現場計測を行った。

技術紹介では、提案技術だけでなく予防保全型維持管理の導入効果についても説明し、事後保全型維持管理からの転換の必要性への認識が深まった。現場計測では、ヒアリング調査で課題として挙がった近接できない箇所のひび割れ計測に提案技術が適用可能であることを実証した。また、各組織の管理構造物を計測したことから計測結果を実際の構造物と比較することができたため、提案技術の具体的な活用方法のイメージを共有し、その有効性を示すことができた。さらに、計測に関して工数に影響を与える特殊要因がなく、日本における工数と比較して大幅に増加する可能性が低かったことから、タイ国において提案技術を適合できる可能性が高いことを確認した。

＜第 4 章　ODA 案件化による対象国における開発効果及び提案企業の事業展開に係る効果＞

タイ国における橋梁の維持管理に関しては様々な問題が存在するものの、既設橋の老朽化や劣化に対する問題意識は低い。維持管理に対する予算も十分に配賦されておらず、限られた予算内でできる内容や箇所を選んで対処しているというのが現状である。また、先進国で崩落事故発生や予算逼迫を招いた要因の 1 つである事後保全型維持管理を行っている点も大きな問題であると言える。

近年は、タイ国内で維持管理に対する意識に向上の兆しがあり、DOH では橋梁維持管理システム（BMMS）を予算申請の根拠として活用するために改良しており、今後数年かけて BMMS で橋梁基礎データや点検結果等のデータベースを構築する計画である。しかしながら、タイ国のように深刻な劣化・損傷のみを写真やスケッチで記録する点検では、将来の劣化予測に基づく適切な補修計画を策定することは難しい。

一方で、高精度な点検データを用いた現状・経年変化の把握及びそれらに基づく劣化分析・予測により、適切な補修工法及び時期を決定できる仕組みを構築すれば、BMMS を予算申請の根拠としてのみならず予防保全型維持管理にも活用できるようになる。故に、「点検精度の向上」、「経時変化分析を可能とするデータの収集」、「対象構造物の形状を正確に再現した図面の作成」を技術的メリットとする KUMONOS 及び 3D レーザースキャナを活用し初期データを整備することは、予防保全型維持管理への転換というタイ国の開発課題の解決につながる。

将来のタイ国における ODA 案件の中で KUMONOS 及び 3D レーザースキャナが適用・活

用され、またタイ国の維持管理関係機関の間で普及することにより、様々な開発効果が得られる。「適用」による効果としては、橋梁の現況を正確且つ定量的なデジタルデータとして取得できるようになること等が考えられる。「活用」による効果としては、橋梁の劣化予測ができるようになり、適切な補修タイミングの見極め及び手法の選定が可能となること等が考えられる。「普及」による効果としては、橋梁に限らずタイ国全体の構造物の維持管理能力が強化される等が考えられる。

ODA 案件を通して、タイ国の公共構造物の管理組織に対して KUMONOS 及び 3D レーザースキャナの有益性を実証して活用に繋げることは、タイ国の維持管理能力強化に貢献できるものであると同時に、関西工事測量が抱える資金面と政府機関への働きかけという課題を同時に解決することとなるため、事業展開に向けた重要なステップとなる。また、ODA 案件により KUMONOS 及び 3D レーザースキャナの現地適合性及び有益性が実証されると、タイ国内及び国外の販売・計測需要の増加や活用対象範囲の拡大が期待できる。

＜第 5 章 ODA 案件化の具体的提案＞

KUMONOS 及び 3D レーザースキャナを通して、タイ国における構造物の維持管理能力の強化に貢献することを目的に、以下に示す 2 つの ODA 案件を提案する。

（1） 日本の先端測量機器及び計測技術を活用した橋梁の 3D 維持管理手法普及に係るパイロット事業（民間提案型普及・実証事業）

1）事業目的

パイロット計測を通して、タイ国の橋梁維持管理において提案技術が適合可能且つ有用であることを実証する。また、技術・ノウハウ移転により継続的な活用の地盤をつくる。さらに啓蒙活動により、予防保全型維持管理の重要性の認識を高める。

2）現地カウンターパート

運輸省高速道路局橋梁建設部（DOH、Bureau of Bridge Construction）

3）概算予算規模

1 億円（1 年間）

4）活動内容

下記 2 オプションを想定しており、最終的にはカウンターパートとの協議により決定する。

① オプション－１：「KUMONOS」＋「3D レーザースキャナ」を使用するケース

- ✓ KUMONOS を用いた道路橋梁のひび割れ計測及び計測データの管理（パイロット）
- ✓ 3D レーザースキャナを用いた構造物の形状、位置、寸法データの取得及び図面の作成（パイロット）
- ✓ 構造物の維持管理における正確な劣化把握・予測の重要性及び KUMONOS・3D レーザースキャナが果たしうる役割についての啓蒙活動

② オプション－２：「KUMONOS」のみを使用するケース

- ✓ KUMONOS を用いた道路橋梁のひび割れ計測及び計測データの管理（パイロット）
- ✓ 構造物の維持管理における正確な劣化把握・予測の重要性及び KUMONOS が果たしうる役割についての啓蒙活動

（2） 橋梁維持管理能力強化プロジェクト（技術協力プロジェクト）

1）事業目的

タイ国の国道及び高速道路（Motorway）を管理している運輸省傘下の DOH を対象に橋梁維持管理技術を強化するとともに、効果的且つ活用しやすい橋梁維持管理システムを構築し、またその他関係機関を含む橋梁維持管理関係者に対して予防的・計画的な橋梁維持管理に関する啓蒙活動を実施することにより、将来的に同国のアセットマネジメント能力向上（橋梁維持管理システムを活用した高度な維持管理計画の策定及び予算配分の効率化）に関して我が国の効率的なインフラ管理技術を活用できる基盤を構築する。

2）上位目標

- ✓ 予防的・計画的な橋梁維持管理を実施することにより、DOH が管理する既存橋梁の耐用年数が伸び、橋梁の安全性が高まる。
- ✓ DOH での成果がその他関係機関へ水平展開され、タイ国における橋梁維持管理に対する意識が向上し、維持管理状況が改善する。

3）プロジェクト目標

- ✓ DOH の橋梁維持管理業務にかかるキャパシティ・デベロップメントが図られ、橋梁維持管理体制が改善される。
- ✓ DOH での成果をその他関係機関へ水平展開するための体制が整備される。

4）現地カウンターパート

運輸省高速道路局橋梁建設部（DOH、Bureau of Bridge Construction）

5）実施期間

3 年間

案件化調査
タイ国、日本の先端測量機器及び計測技術を活用した構造物の3D維持管理手法普及に係る案件化調査

企業・サイト概要

- 提　案　企　業：関西工事測量株式会社
- 提案企業所在地：大阪府箕面市
- サイト・C/P機関：タイ（バンコク）、Department of Highways (DOH)

タイ国の開発課題

構造物の予防保全型維持管理の実施体制確立

- 維持管理の重要性に対する意識の向上
- 維持管理に必須となる初期データの整備
- 正確性が高く且つ経験に依存しない点検手法の導入

正確な現状把握だけでなく、将来の劣化予測や補修計画の策定に利用可能なデータを取得し、継続的に活用する仕組みを構築する

中小企業の技術・製品

ひび割れ計測システム「KUMONOS」及び3Dレーザースキャナを用いた初期データ整備

- 現況（形状、ひび割れ等の劣化状況）を正確且つ定量的なデジタルデータとして取得し、経時的な変化も把握できるようになる。
- 立地や危険度等の事由で近接できず計測できなかった場所も計測可能となり、重大な欠陥を見落とすリスクが低減する。

劣化分析精度が向上し、適切な補修タイミング・手法が選定される

調査を通じて提案されているODA事業及び期待される効果

- 民間提案型普及・実証事業（パイロット計測）により、タイ国の橋梁維持管理において提案技術が適合可能且つ有用であることを実証し、技術・ノウハウ移転により継続的な活用の地盤をつくる。さらに啓蒙活動により、予防保全型維持管理の重要性の認識を高める。
- 技術協力プロジェクトにより、橋梁維持管理関係者の技術強化をするとともに、予防的・計画的な橋梁維持管理に関する啓蒙活動を実施する。また効果的且つ活用しやすい橋梁維持管理システムを構築し、以てタイ国における橋梁維持管理状況の改善に寄与する。

日本の中小企業のビジネス展開

- タイ国における機器販売事業とともに、KUMONOSや3Dレーザースキャナの計測技術者の確保及び養成も現地パートナーと協同して行う。将来的にはタイ国以外の国・地域での計測業務に対しても、技術者を派遣できる仕組みを構築する。

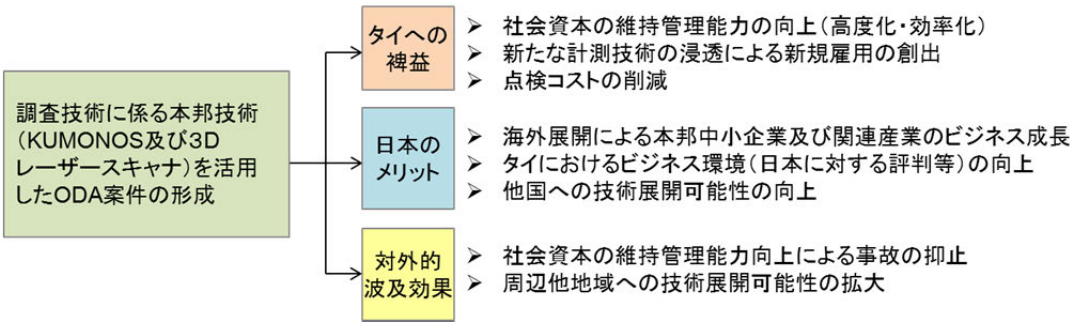
はじめに～調査概要～

（１）本調査の背景と目的

タイ国では、近年の急速な経済発展に伴い、高速道路等多くのインフラ構造物がこの 15 年間で建設されており、現在でも関心・予算ともに新規建設に重きを置く傾向にある。環境面への配慮等から既存構造物の維持管理に重点を置く必要性の認識はあるものの、予算不足により十分な対応が行われていない上、具体的な方法・ノウハウの蓄積も進んでいないというのが現状である。しかし、インフラ構造物の老朽化はタイ国でも今後避けて通れない問題である。建設ラッシュ時に建設されたインフラ構造物が老朽化し、補修や更新等が必要となる対象が一時期に集中すると、限られた予算内で全てに対して適切な処置を施すことが難しくなる。よって、早期段階から高精度な点検を定期的に実施することにより、現状を正確に把握した上で将来の劣化進行を予測し、予防措置（予防保全）を講じて、老朽化による損傷や事故を未然に防ぐことが極めて重要となる。

このような背景のもと、本事業の目的は、KUMONOS 及び 3D レーザースキャナの導入を推進することにより、タイ国が抱える社会経済開発上の課題の解決に寄与することであり、本調査においては、それらの現地適合性及び導入の実現可能性を調査するとともに、具体的な ODA 案件の提案を行う。

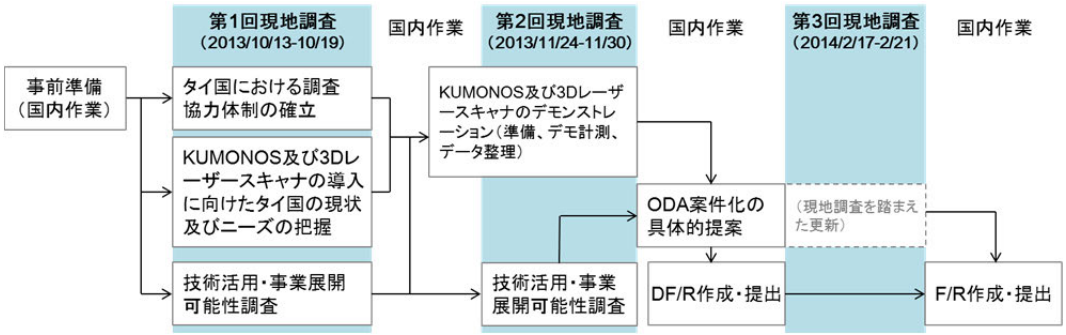
また、ODA 案件の実施によりタイ国・日本・その他の国々にメリットを創出することも重要な目的である。



＜図 1＞本調査の背景と目的

（２）調査日程

本調査の作業工程及び作業内容は図 2 の通りである。



＜図 2＞本調査工程と作業内容

なお、現地調査日程は表 1 に示す通りである。

＜表 1＞ 訪問日程表

調査回	日時	訪問先	出席者	備考
第 1 回	2013 年 10/14（月）	ｵﾘｴﾝﾀﾙｺﾝｻﾙﾀﾝﾂ	矢吹、中庭、松田、西、藤田、幸野、井坂、菅沼、武石、山路	団内協議
	10/14（月）	日本大使館	林二等書記官、荻野二等書記官	協議
	10/14（月）	JICA	川端次長、宮原所員	協議
	10/15（火）	MRTA	Mr.Tarsh Niramarnsekul, Mr.Kitti Akewanlop, Mr.Kwankaew Rujiratwanee,他 10 名	ﾌﾟﾚｾﾞﾝ、協議
	10/15（火）	BMCL	Mr.Kitipat Supakleelakul,他 4 名	ﾌﾟﾚｾﾞﾝ、協議
	10/15（火）	ﾁｭﾗﾛﾝｺﾝ大学	Assoc. Prof. Tanit Tongthong, Asst. Prof. Noppadon Jokkaw, 他 21 名	ﾌﾟﾚｾﾞﾝ、協議
	10/16（水）	AEC	Mr. Tawat Benjapolchai,他 8 名	ﾌﾟﾚｾﾞﾝ、協議
	10/16（水）	ﾌﾞﾗﾊﾟ大学	Asst. Prof. Dr. Arnon Wongkaew, Dr. Petcharat Limsupreeyarat,他 31 名	ﾌﾟﾚｾﾞﾝ、協議
	10/16（水）	MRTA、BMCL	Mr.Kwankaew Rujiratwanee, 他約 10 名	現場視察
	10/17（木）	EXAT	Mr. Sarawut Pornmard, Mr. Anupong Maneesai, 他 10 名	ﾌﾟﾚｾﾞﾝ、協議
	10/17（木）	DOH	Dr. Montri Dechasakulsom, Ms. Alisra Semchuchot,他 12 名	ﾌﾟﾚｾﾞﾝ、協議

	10/17（木）	DRR	Dr. Chakree,他 3 名	ﾋｱﾘﾝｸﾞ、協議
	10/17（木）	ﾀｲ西松建設	市社長	ﾋｱﾘﾝｸﾞ、協議
	10/18（金）	教育省	Kitti Limskul 副大臣,他 5 名	ﾌﾟﾚｾﾞﾝ、協議
	10/18（金）	BTSC	Mr. Pakdi Jirapapun, Dr. Prasitthipon Sowapee , Mr. Kasem Phornsiriwatthanakul, 他 4 名	ﾌﾟﾚｾﾞﾝ、協議
	10/18（金）	ﾀｲ鹿島建設	小野寺氏、小俣氏	ﾋｱﾘﾝｸﾞ、協議
	10/18（金）	JICA	川端次長、宮原所員	調査結果報告、協議

調査回	日時	訪問先	出席者	備考
第 2 回	2013 年 11/25（月）	DOH	Mr. Narin Srisompun, Mr.Burin Nowphongthai, Mr.Charalert Lertchavanakul, Mr. Itiwatra Kritsanavanich, Mr. Anusorn Aimuong, Mr.Pornchai Silarom	ﾌﾟﾚｾﾞﾝ、協議
	11/25（月）	DRR	Mr. Sakchai Sunthornvipak, 他 6 名	ﾃﾞﾓ計測、ﾌﾟﾚｾﾞﾝ、協議
	11/25（月）	MRTA,BMCL	Mr.Kwankaew Rujiratwanee, 他約 10 名	ﾃﾞﾓ計測
	11/26（火）	PASCO Thailand	吉田社長、白井副社長、福田氏	ﾋｱﾘﾝｸﾞ、協議
	11/26（火）	DOH	Mr.Pornchai Silarom 他 5 名	ﾃﾞﾓ計測
	11/26（火）	ｲﾀﾘｱﾝﾀｲ	Mr.Chatichai Chutima, Mr.Virat Kongmameerat, Mr.Taweesilp Pattanakitchamur, Mr. Nanracheu Nontananant, Mr.Nirut Khamnurak	ﾌﾟﾚｾﾞﾝ、協議
	11/26（火）	JICA	宮原所員	調査結果報告、協議
	11/27（水）	BECL	Mr.Omsyn Pibulwarangkur, Mr.Chalermkiat Sakonwisansak, Mr.Wachiraporn Achararattanasopon, Mr.Kosi Sutthirojthanadej, Mr.Wuttchai Kosonsurasakun, 他 13 名	ﾌﾟﾚｾﾞﾝ、協議
	11/28（木）	JETRO	浅野ﾃﾞｨﾚｸﾀｰ	ﾋｱﾘﾝｸﾞ、協議
	11/28（木）	DOH	Mr.Thongchai Verasamai, Mr.Pornchai Silarom, Mr.Chidchai	ﾃﾞﾓ計測結果説明

			Sridama, Mr.Puramate Tonmaneewattana, Mr.Patthanapong Tongsuk, Mr.Veerasak Namuang, Mr.Chatchai Akkiroj	
	11/28（木）	ﾀｲ西松建設	市社長	ﾋｱﾘﾝｸﾞ、協議
	11/29（金）	MRTA	Mr.Kwankaew Rujiratwanee, Mr. Wacharapon Khonground, Mr. Napachai Muenpetch, 他 10 名	ﾃﾞﾓ計測結果説明
	11/29（金）	JICA	宮原所員	調査結果報告、協議

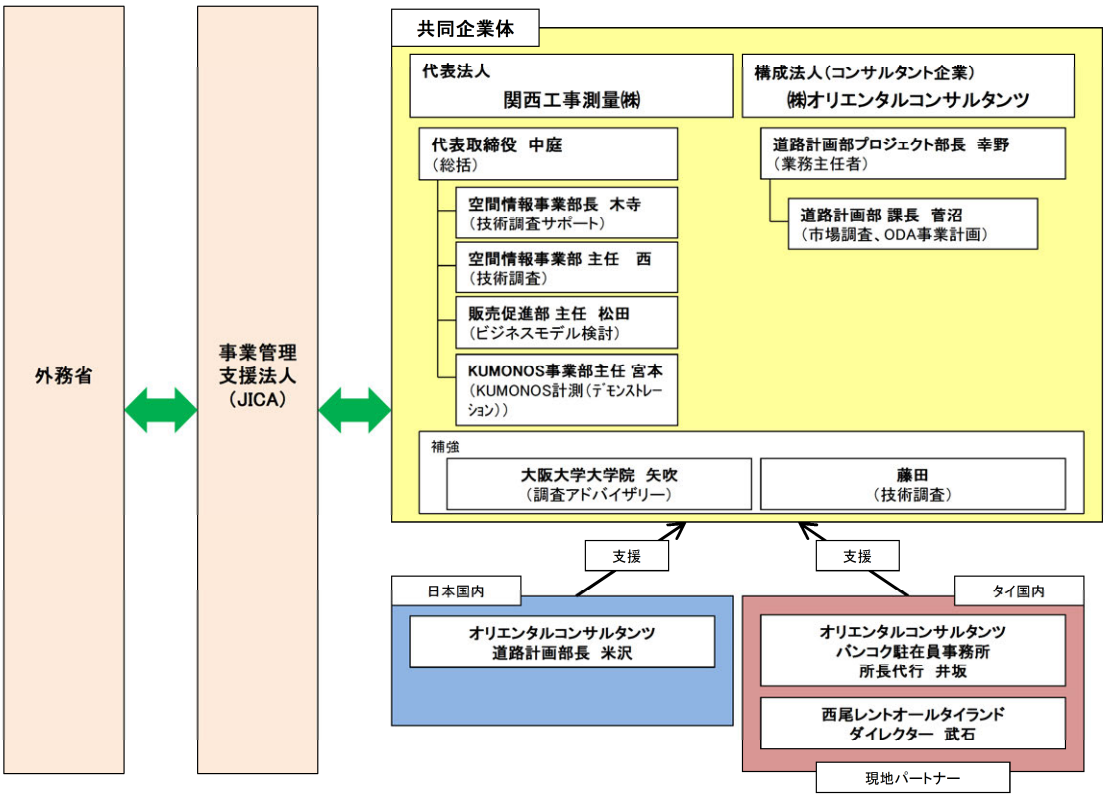
調査回	日時	訪問先	出席者	備考
第 3 回	2014 年 2/18（火）	DOH	Mr. Taweesak Chanwannakul	ﾋｱﾘﾝｸﾞ
	2/19（水）	DOH	Mr. Narin Srisompun, Mr. Taweesak Chanwannakul, 他 5 名	調査結果共有、協議
	2/20（木）	MRTA	Mr. Kitti Akewamlop, Mr. Prasit K., Mr. Chawlit Chatileiatet, Mr. Somchanok Tantisomsak, Mr. Paleorn kumpiyaphal, Mr. Poowit Treesuman	調査結果共有、協議
	2/20（木）	JICA	川端次長、宮原所員	調査結果報告、協議

（３）調査団員リスト並びに実施体制

本調査の調査団員及び実施体制は表 2 及び図 3 の通りである。

＜表 2＞調査団員リスト

	氏名	所属	部署、職位	担当分野
1	中庭 和秀	関西工事測量㈱	代表取締役	総括
2	木寺 浩紀	関西工事測量㈱	空間情報事業部 部長	技術調査ｻﾎﾟｰﾄ
3	西 乃輔	関西工事測量㈱	空間情報事業部 主任	技術調査
4	松田 由紀	関西工事測量㈱	販売促進部 主任	ﾋﾞｼﾞﾈｽﾓﾃﾞﾙ検討
5	宮本 彬彦	関西工事測量㈱	KUMONOS 事業部 主任	KUMONOS 計測（ﾃﾞﾓﾝｽﾄﾚｰｼｮﾝ）
6	幸野 辰彦	㈱ｵﾘｴﾝﾀﾙｺﾝｻﾙﾀﾝﾂ	道路計画部 ﾌﾟﾛｼﾞｪｸﾄ部長	業務主任者
7	菅沼 泰久	㈱ｵﾘｴﾝﾀﾙｺﾝｻﾙﾀﾝﾂ	道路計画部 課長	市場調査、ODA 事業計画
8	矢吹 信喜	大阪大学大学院	補強	調査ｱﾄﾞﾊﾞｲｻﾞﾘｰ
9	藤田 誠二	(個人)	補強	技術調査



＜図 3＞本調査の実施体制図

第 1 章 タイ国における当該開発課題の現状及びニーズの確認

1-1. タイ国の政治・経済の概況

1-1-1. タイ国の政治の概況

立憲君主国であるタイ国は、大多数がタイ族、その他華僑、マレー族、山岳少数民族等（JETRO タイ概観、2013 年現在）により構成される国家であり、人口は 6,598 万人（人口センサス：2010 年 9 月時点）で ASEAN の中でインドネシア、フィリピン、ベトナムに次いで 4 番目の国である。大多数を占める仏教徒（小乗（上座）仏教）の間では僧侶や仏像は畏敬の対象であり、現国王のプミポン・アドゥンヤデート国王（ラマ 9 世王）は国民から絶大な敬愛を集めている。また、タイ国民は非常に親日的であることで知られており、自動車産業を中心に多くの日系企業が現地に進出している。最近では地域統括、物流統括、研究開発といった機能をタイ国に設立するなど、ASEAN の中核拠点として考える企業も増加している。

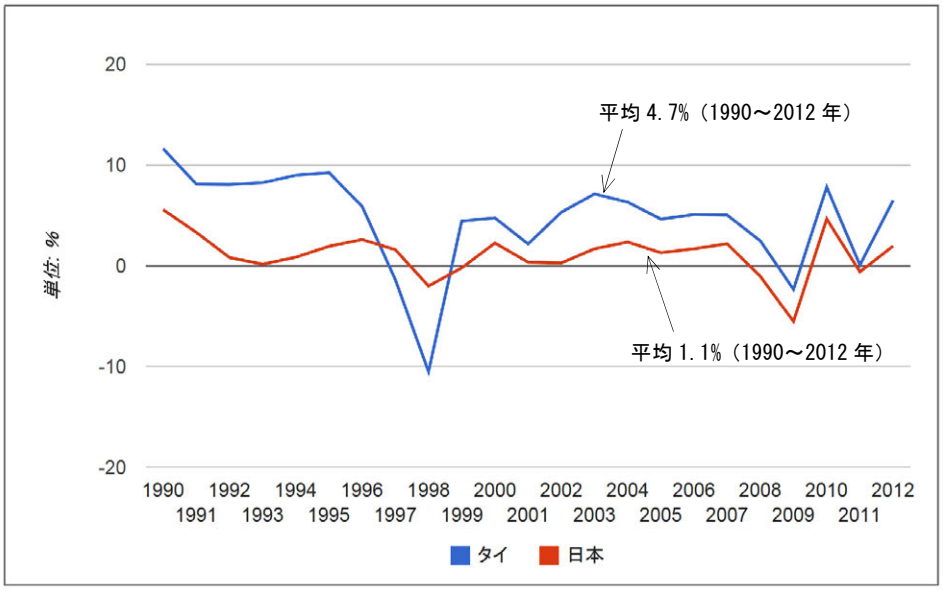
近年の政治情勢としては、2006 年頃からのタクシン派と反タクシン派との政治的内紛が現在も続いている。2006 年 9 月、2001 年以来政権を担っていたタクシン政権に対して、反タクシン勢力（PAD：民主主義人民連合、通称黄シャツ・グループ）のデモ活動が激化し、軍部によるクーデターが発生した。その後、スラユット暫定政権の下で 2007 年 12 月に行われた下院総選挙においては、再びタクシン派の「国民の力党」が第 1 党となり、サマック政権が成立したが、PAD による反政府運動が再び活発となる中、2008 年 9 月には、サマック首相は憲法裁判所の判決により失職し、ソムチャイ首相が政権を継いだ。しかし、同年 12 月には同党を含む主要政党 3 党に再び憲法裁判所による解党処分が下され、ソムチャイ政権は崩壊した。これを受け、旧連立与党の一部が政権を離脱し、野党第 1 党の民主党を軸とするアピシット政権が樹立されたものの、タクシン元首相を支持する勢力（UDD：反独裁民主戦線、通称赤シャツ・グループ）は全国でデモ活動を展開するようになった。UDD による反政府デモはその後も継続し、2009 年 3 月にはパタヤでの ASEAN 関連首脳会議が延期に追い込まれ、さらに、タクシン元首相の凍結資産の没収に係る司法判断を契機として 2010 年 3 月からは UDD による都内での反政府デモが拡大し、同年 4 月及び 5 月に治安当局と UDD が衝突、邦人 1 名を含む 90 名以上の死者、約 1,400 名の負傷者を出す事態となった。2011 年 5 月、アピシット首相は下院を解散し、同年 7 月には総選挙が行われたが、野党タイ貢献党が単独過半数を獲得して勝利し、タクシン元首相の末妹であるインラック氏を首班として同党を軸とする連立政権が成立した。新政権には、国内の対立構造の背景にあると指摘されている貧富の格差、社会的不公正等の解消に取り組み、国民和解を進めることが大きな課題となっている。

このように、タイ国は政治の安定の面で不安を抱えながらも、経済成長著しい ASEAN 諸国の中でも中心的な存在であり、今後日本を含めたアジア地域がさらに政治的・経済的に安定・発展していくためにも、タイ国が果たす政治的役割は大きいと言える。

1-1-2. タイ国の経済の概況

タイ国は、安定した経済状況の下、他のアジア諸国の中でも先行して発展を遂げてきた国の一つである。1997 年のアジア通貨危機、2008 年のリーマンショックを発端とする金融危機、2011 年下期に発生した大洪水の影響により、1997 年、1998 年、2009 年にはマイナス成長を記録したものの(2011 年は+0.1%)、1990 年～2012 年の GDP 成長率の平均年率は 4.7%と安定的に成長を続けている（図 1-1)。

足元の傾向としては、タイ国家経済社会開発庁（NESDB）が発表した 2013 年第 2 四半期の実質 GDP 成長率は、前年同期比で 2.8%増となっており、洪水に伴う低成長から急回復した前年に比べると経済成長のテンポは減速傾向にある。但し、2012 年のタイ国への投資認可額は大幅に増加しており、最大の投資国である日本の投資額は 119.2%増加、シェアは 63.5%であり、2013 年に入っても増加傾向にある。一方、人手不足、賃金上昇の問題が深刻化しているほか、タイ国政府は投資恩典制度の見直しを検討しており、今後の投資環境への変化が注目される。



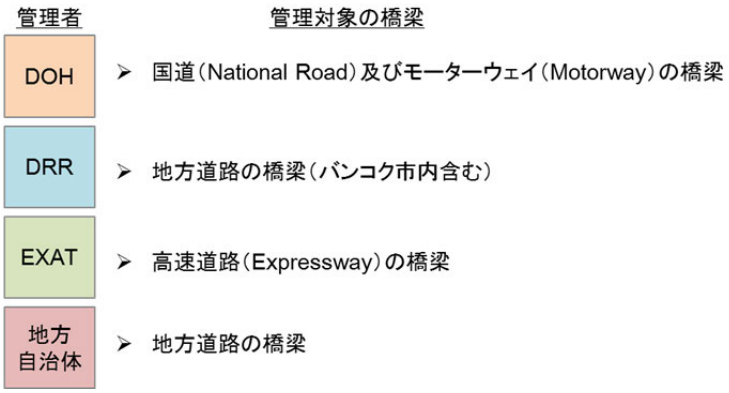
＜図 1-1＞タイ国と日本の実質 GDP 成長率の推移（1990 年～2012 年）
（出所：IMF、World Economic Outlook Database、2013 年）

1-2. タイ国の対象分野における開発課題の現状

1-2-1. 道路・橋梁の維持管理関連組織の現状

本調査の提案技術である KUMONOS 及び 3D レーザースキャナ（第 2 章にて詳述）の対象は、日本国内での計測実績が豊富にあり、且つタイ国の構造物の中でも最も数が多い道路橋梁に焦点を絞る。橋梁以外の構造物として、MRT（地下鉄）、スカイトレイン（高架鉄道）、空港（滑走路）等が挙げられるが、いずれも橋梁に比べると供用後の年数は浅く、ひび割れ等の維持管理上の問題も現時点では顕在化していないことが現地調査で確認された。一方、道路橋梁は、古いものでは建設後 40 年以上経過しているものもあり、他の構造物に比べて管理者の維持管理に対する意識も比較的高いことが確認された。当初業務計画書においては、本調査の対象分野を地下鉄とし、MRT を管理するタイ高速度交通公社（MRTA）を中心とした調査を想定していたが、上記事由により調査期間中に対象分野の見直しを行い、提案技術の効果をより発揮できる道路橋梁に変更した。但し、MRTA に対しても、現地調査中に実証・パイロット調査を実施しており、その内容は第 3 章に記述する。

タイ国においては、国道及び高速道路（Motorway）の橋梁は DOH、高速道路（Expressway）の橋梁は EXAT、地方道路の橋梁は DRR 及び地方政府が主に管理しており、MOT の管轄下にある複数の機関によって主に管理されている（図 1-2）。MOT 及び橋梁に係る機関における予算配分を表 1-1 に示す。MOT の予算は毎年増加しており、その中でも DOH の予算が最も多く配分されている。表中の OTP は、MOT 内部にある DOH や DRR 等と同格の組織であり、タイ国全土の道路・港湾・鉄道・航空を含む全ての交通インフラの将来計画立案を担当している。



＜図1-2＞タイ国の橋梁の管理機関

（出所：調査団作成）

＜表 1-1＞MOT 及び関係機関の予算配分

機関名	予算額（単位：百万バーツ）		
	2012 年度	2013 年度	2014 年度
MOT	119,975.7	131,504.1	132,682.0
DOH	50,422.1	52,966.3	53,179.2
DRR	29,597.1	33,951.4	36,202.1

EXAT	4,488.8	4,152.8	2,802.5
OTP	464.1	639.6	706.9
その他	35,003.6	39,794.1	39,791.3

注）MOT予算額は、MOT傘下の機関の予算額の合計である。

（出所：タイMOTホームページより作成）

以下に、各組織の概要について記述する。

✓ DOH（道路局：Department of Highways）

DOH はタイ国全土の道路ネットワーク（国道、Motorway）の建設及び維持管理を担当している。DOH が維持管理している道路の総延長は、2011 年時点で約 67,510km であり、約 15,000 橋の橋梁を管理している。本局で橋梁維持管理を担当しているのは橋梁建設部（Bureau of Bridge Construction）であり、主な業務内容としては橋梁の特別点検・維持管理、橋面舗装打ち替え等の修繕であり、現在 10 名の職員が担当している。また、橋梁の日常的な点検・維持管理については、全国に 104 箇所存在する地方事務所が担当している。維持管理予算（道路及び橋梁）については、2014 年度に総額 223.90 億バーツが配分されている。

✓ DRR（地方道路局：Department of Rural Roads）

DRR は主にタイ国全土の地方道路ネットワークの建設及び維持管理を担当している。DRR が維持管理をしている道路の総延長は約 40,000km、構造物の数は約 8,000（うち橋梁は約 4,100 橋、残りはボックスカルバート等）あり、橋梁については地方部のみならず、バンコク都内のチャオプラヤ川に架かる橋も管理している（詳細は後述）。バンコク都内の橋梁の維持管理については、本局にある橋梁建設部（Bureau of Bridge Construction）及び維持管理部（Bureau of Road Maintenance）が担当しており、地方部の橋梁の維持管理については、全国 18 か所に設置された地方道路部（Bureau of Rural Road 1-18）が担当している。橋梁維持管理予算（土工部は含まず）については、2011 年度に総額 2.8 億バーツが配分され、その内半分の 1.4 億バーツはバンコク首都圏の橋梁の維持管理に対するもので、残りの半分は地方部の橋梁の維持管理のための予算である。

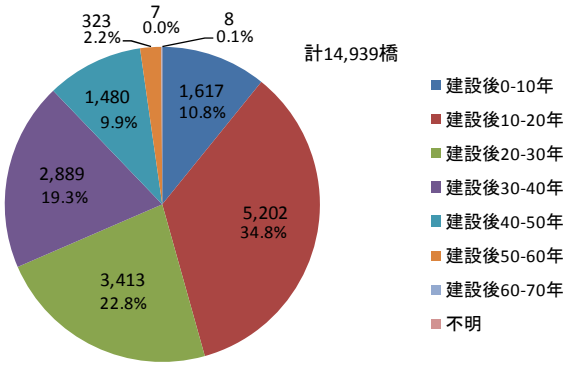
✓ EXAT（タイ高速道路公社：Expressway Authority of Thailand）

EXAT はバンコク都内及びタイ国内の高速道路（Expressway）の建設及び維持管理を担当している。2008 年に旧名称のタイ高速道路交通公社（Expressway and Rapid Transit Authority of Thailand: ETA）より現名称に変更された。2012 年時点で全 8 路線、総延長 207.9km の高速道路を運営している（うち 2 路線は民間会社のバンコク高速道路株式会社(BECL)とバンコク北部高速道路株式会社(NECL)が BTO（Build-Transfer-Operate）方式契約に基づいて、運営・管理している）。高速道路維持管理については、保全部（Maintenance Department）の橋梁保全課（Bridge Maintenance Division）と道路保全課（Road Maintenance Division）が担当している。維持管理予算については、毎年定額で 3.0 億バーツが配分され、主に舗装や標識、ジョイント等の修繕に使われている。

1-2-2. タイ国における橋梁の維持管理の現状

（１） 橋梁の現状

タイ国における橋梁建設は 1980 年代から盛んに行われ、現在に至っている。バンコク都内においては、大型車の通行が規制されているため、橋梁の劣化・損傷の主な原因である過積載車両の影響は少なく、既存の橋梁の状態も比較的良好である。図 1-3 に示すように、本調査の対象機関である DOH の管理橋梁でも、建設後 30 年以上の橋梁の数が全体の約 1/3 を占めているが、現在でも道路・橋梁の新規建設に重点が置かれており、また落橋等人命に関わる重大な事故も発生していないため、橋梁維持管理に対する社会の関心が低いのが現状である。



＜図1-3＞DOHが管理する橋梁の建設後経過年数別橋梁数（2014年2月現在）
（出所：DOHへのヒアリング）

（２） 橋梁に関する基準及びマニュアル

タイ国内には、道路・橋梁に関する建設・施工・維持管理の基準やマニュアルは多く存在する（表 1-2 参照）。これらの基準等は、主に ASSHTO 基準や ACI Building Code に基づき、大学教授やコンサルタント会社、JICA 専門家によって作成されたものである。また、2011 年～2013 年に DRR を対象に実施された 2 度の JICA 調査の中でも、チャオプラヤ川架橋及び地方橋梁に対して「点検作業評価マニュアル」、「橋梁長期維持管理計画策定マニュアル」、「洪水災害対策・復旧マニュアル」がそれぞれ作成されている（「洪水災害対策・復旧マニュアル」については地方橋梁のみ対象）。日本の場合、例えば橋梁点検に関しては、国土交通省が作成した橋梁点検マニュアルが存在するが、地方自治体において国土交通省と同じ点検を実施し、同じ管理をすることは予算や人員の面から現実的ではないという理由から、各自治体がそれぞれの実情に合った点検マニュアルを作成して運用している。タイ国の場合には、各管理組織が独自の基準やマニュアルを所有し、同組織内で本局から地方局への共有はなされているが、異なる組織間での共有や統一はなされていないようである。

＜表 1-2＞道路・橋梁に関する基準及びマニュアル

名称	発行日	管理機関	内容
Specifications for Highway Construction	2003	DOH	道路建設仕様書
Bridge Strengthening Manual	2006.5	DOH	橋梁補強マニュアル

Bridge Inspection, Analysis and Evaluation Manual	2006.5	DOH	橋梁点検・分析・評価マニュアル
Bridge Repair and Maintenance Manual	2006.5	DOH	橋梁維持管理マニュアル
Work Instruction for Bridge and Box Culvert Construction	2006	DOH	橋梁／ボックスカルバート施工管理指針
Inspection Manual for Expressways	1990.3	EXAT	高速道路点検マニュアル
Manual for Inspection of the Rama IX Bridge	1990.3	EXAT	ラマ 9 世橋点検マニュアル
Procedure for Construction Management of RC Bridges and Condition Evaluation including Maintenance Method	2000.8	DRR	・橋梁施工管理のガイドライン ・橋梁定期点検、点検記録様式
Manual for Construction and Maintenance of Road	2003	DRR	道路及び橋梁の施工管理のガイドライン及び道路維持管理のガイドライン
Project for Development of Management System for DRR's Road Network (Phase 1)-Manual for Bridge Inspection and Evaluation-	2007.2	DRR	橋梁点検作業の基礎知識、点検作業のガイドライン（床版、上部工、下部工、支承、水路）、BMMS（点検帳票、点検結果の記録、損傷程度の評価、健全度の評価）
Bridge Inspection and Improvement Manual	2007.9	DRR	橋梁の基礎知識、健全度の評価、コンクリートの劣化、目視点検方法、点検結果の報告、補修補強方法
The Industrial Ring Road Project -Inspection and Maintenance Manual -	2008.1	DRR	IRR 橋梁の点検及び維持管理マニュアル（通常点検、定期点検、詳細点検、異常時点検）
Study Project for Repair Method for Damages due to Material Deterioration and Service Life of Bridges in DRR's Road Network (Phase 2) - Final Report -	2009.9	DRR	補修補強方法、損傷程度の評価、補修方法の選定、補修工費の概算（単価）
Project for Maintenance and Management System Development for DRR's Bridges - Manual for repair of RC bridge components due to deterioration of bridge structures and components - Executive summary report - BMMS - Final report	2009.12	DRR	BMMS 開発に関する報告書 ・橋梁部材の補修補強マニュアル・報告書（概要版） ・BMMS のユーザーマニュアル ・報告書（最終版）
点検作業評価マニュアル	2011.3	DRR	チャオプラヤ川架橋に関する点検作業評価マニュアル

橋梁長期維持管理計画策定マニュアル	2011.3	DRR	チャオプラヤ川架橋に関する橋梁長期維持管理計画策定マニュアル
Routine Maintenance Manual	2011.6	DRR	・通常点検方法、点検帳票、補修計画作成、補修工費の概算、報告書作成のガイドライン（主に道路） ・橋梁については高欄塗装、区画線補修、掃除のみ
点検作業評価マニュアル	2013.7	DRR	地方橋梁に関する点検作業評価マニュアル
橋梁長期維持管理計画策定マニュアル	2013.7	DRR	地方橋梁に関する橋梁長期維持管理計画策定マニュアル
洪水災害対策・復旧マニュアル	2013.7	DRR	地方橋梁に関する洪水災害対策・復旧マニュアル

（出所：タイ国地方における橋梁基本計画作成・橋梁維持管理能力プロジェクト 2013.7 報告書より）

（３） 橋梁の点検方法

本調査対象機関の DOH の橋梁点検としては、以下の 3 種類の方法が実施されている。

１）**日常点検**（Routine Inspection）

地方の職員が 2 年に一度の頻度で全ての橋梁を対象に実施する。点検の方法としては、橋梁の全景写真を 3 方向から撮影して BMMS に保存し、もし損傷があればその程度を確認して BMMS に入力する。

２）**基本点検**（Principle Inspection）

Bureau of Bridge Construction の傘下にある Bridge Construction and Rehabilitation Center（全国に 4 組織）が 4～6 年に一度の頻度で全ての橋梁を対象に実施する。点検の方法は、橋脚、上部工、壁高欄等全ての部材の写真を撮影して BMMS に保存し、もし損傷があればその細部の写真を BMMS に保存するとともに損傷の程度についてのコメントも入力する。

３）**特別点検**（Special Inspection）

洪水等の災害が発生した後に、被害を受けた橋梁を対象に Bureau of Bridge Construction の職員が直接点検を実施する。

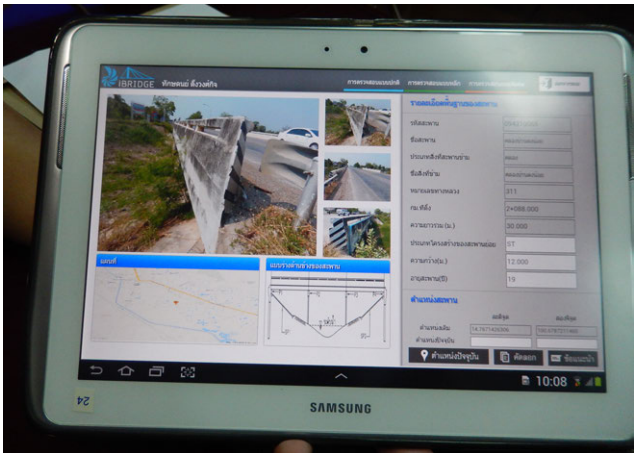
ひび割れについては、重大なものだけをクラックスケールと呼ばれる専用定規を使用して計測している。点検マニュアルは存在するものの、実際には技術者の経験に基づく点検作業が実施されており、点検者の力量により個人差が生じやすいものになっている。また、点検結果が電子データで管理されておらず、劣化・損傷の継続的な観察や他橋との比較等を行うことは難しく、損傷傾向の分析や劣化予測もなされていないのが現状である。

（４） 橋梁維持管理システム（Bridge Maintenance and Management System：BMMS）

現地ヒアリング及び既存調査資料より、DOH 及び DRR が橋梁維持管理システムを開発し所有していることが確認された。

元々は 1988 年から 1992 年にかけてデンマーク政府の支援によって導入されたのが最初であるが、DOS 版であったためコンピュータの知識がない職員にとっては使いこなすのが難しく、結局その使用は中止された。その後、2011 年から 2012 年にかけて DOH が Kasetsart 大学に委託して BMMS の再整備を行い、2012 年 8 月に新しい BMMS が完成した。このシステムはウェブ上で管理が行われ、GIS に対応しており、各橋梁の橋梁タイプ、材料、建設年、交通量、道路の重要性等の情報を整理することにより健全度判定を行い、適切な時期に適切なコストで補修を行うことを目的としている。また最近では、タブレット端末から BMMS にアクセスしてデータのダウンロードや更新等ができる「iBRIDGE」が外部コンサルタント会社によって開発され、現在 Bureau of Bridge Construction は 25 台のタブレット端末を所有している（図 1-4 参照）。BMMS への入力項目としては、橋梁コード、橋梁名、架橋タイプ（河川橋、跨線橋等）、架橋位置、路線名、幅員、上部工形式等があり、これらの基本情報とともに写真データや図面データを保存することができる。ただし、表示は全てタイ語である。

BMMS のデータは本来、維持管理コストの算出や補修する橋の優先順位付け、また短期（1 年）のみならず中長期の維持管理予算計画を策定する際に活用できるものであるが、点検や健全度評価を行う職員の数や知識が不足しているため、DOH が管理する約 15,000 橋分の膨大なデータの整理は進んでいないのが現状である。データ整理の現状としては、約 15,000 橋の内の約 5,000 橋については、橋梁基本情報入力と現場写真のアップデートが完了しているものの、残りの約 10,000 橋については橋梁名等一部の基本情報がインプットされた状態に過ぎない。今後 BMMS を活用するためには、DOH 職員の点検技術の向上、健全度判定に関する分析技術の向上、組織強化といったキャパシティデベロップメントを行うことや、民間企業への外部委託によりマンパワーの不足を補う必要がある。

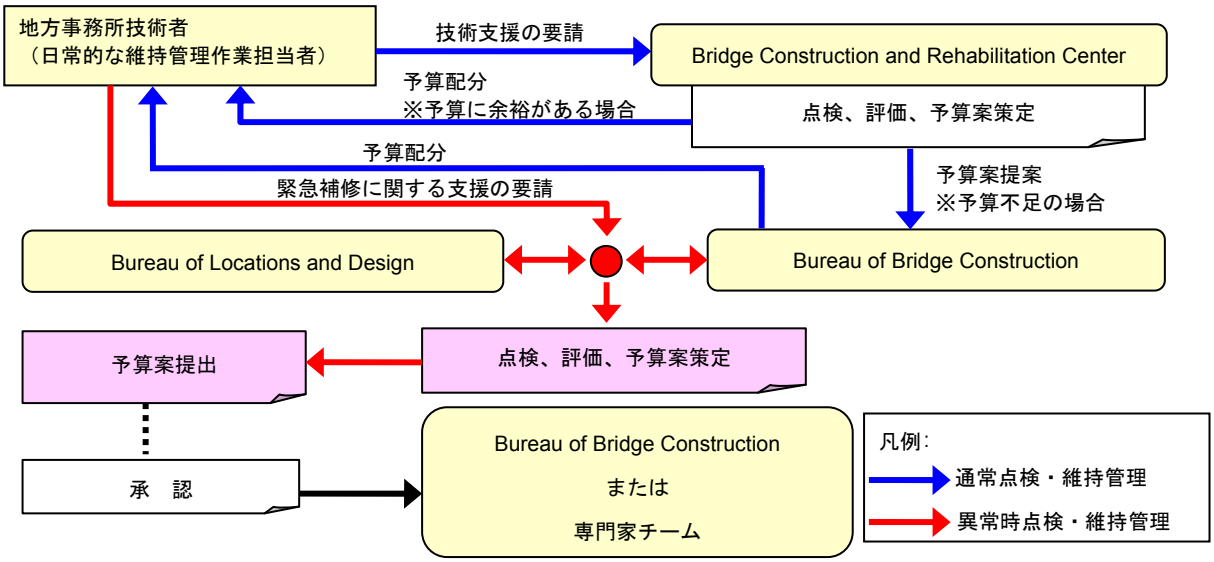


＜図1-4＞DOHのBMMSの入力画面（タブレット端末の表示画面）
（出所：DOHへのヒアリング時に撮影）

DRR も独自の BMMS を所有している。既存 JICA 調査「タイ国地方における橋梁基本計画作成・橋梁維持管理能力プロジェクト 2013.7」によると、橋梁点検結果や架橋位置周辺の環境条件等、様々な橋梁の基礎データに基づいて補修の優先順位付けを行い、維持管理計画をサポートするシステムであり、DRR の依頼によりチュラロンコン大学と共同で開発された。ソフトウェアの開発は一応完了しており、地方事務所で運用可能なように公開されているが、入力項目が複雑である等の問題が多いため実際の現場では活用されていないのが現状である。

（５） 維持管理予算

DOH における橋梁維持管理予算獲得のための手続き（フロー）を図 1-5 に示す。通常点検・維持管理の場合と災害時等異常時点検・維持管理の場合とでは、予算獲得までの手続きは異なっている。



＜図 1-5＞DOH の橋梁維持管理予算獲得フロー
（出所：DOHへのヒアリング）

表 1-3 に示すように、DOH の 2014 年の年間維持管理予算は 223.9 億バーツ（道路、橋梁含む）であり、DOH が管轄する道路延長が約 67,510km であるので、1km 当たり約 332,000 バーツ（＝約 100 万円）となる。日本の場合、国土交通省の直轄国道の 1 年間の 1km 当たりの平均維持管理費用は約 1,000 万円（財団法人地方財務協会「月刊 公営企業」誌 2012 年 9 月号より引用）であるので、日本の 10 分の 1 の予算しか確保されていないことになる。

＜表 1-3＞DOH の年間予算（道路、橋梁込み）

年度	予算（単位：百万バーツ）			
	新規建設	維持管理	その他	合計
2011	11,835.9	14,038.5	22,925.1	48,799.5
2012	8,088.7	22,633.4	19,700	50,422.1
2013	12,110.4	20,498.2	20,357.7	52,966.3
2014	12,550.7	22,390.3	18,238.2	53,179.2

（出所：DOHへのヒアリング）

また、予算取りは単年ごとに行われており、そのプロセスは、地方の職員による日常点検で損傷箇所をリストアップして DOH 本局へ報告し、その報告を受けて本局内で優先順位付けを行い、次年度の予算申請を行っている。優先順位付けは現場写真をもとに行われており、補修にかかる数量や費用算出の根拠としては十分なものとは言い難い。本来は、BMMS のデータベースを活用して定量的な根拠を基に予算申請を行うのが基本であるが、BMMS データの分析を担っている Bridge Construction and Rehabilitation Center の技術力不足等のために精度と信頼性の高い根拠資料が作成されておらず、結果的に BMMS が予算申請のためにきちんと利用されていないのが現状である。

1-2-3. タイ国における橋梁の維持管理の問題点

（１） 具体的な問題点の整理

前項で述べたタイ国における橋梁の維持管理の現状のうち、最も注目すべき項目は予算であると考える。適切な点検・補修の実施、基準・マニュアルの整備、またそれらを行う人材の確保等、以下に示すような橋梁維持管理に関する問題の元をたどれば予算に行きつくからである。予算に関する問題点としては、①十分な維持管理を行うために必要な予算が確保されていない（＝予算の額が十分ではない)、②予算申請の根拠の精度と信頼性が低い、ことが挙げられる。

- 管理橋梁数に対して維持管理担当部署の人員が不足している等、十分な体制を確保できていない。
- 維持管理担当者が維持管理計画を策定するモチベーションを上げることが難しく、その結果、計画的な維持管理ができないという悪循環に陥っている。
- 維持管理能力向上や人材育成に対して適切に予算を配賦できていない。
- 風の影響を受けやすい照明の付け根や壁高欄のコンクリート等、橋脚や橋桁に比べると小規模であるものの、ひとたび破壊が生じると車や通行人に直接被害が及び人命に関わるような箇所の点検まで手が行き届いてない。

また近年は、DOH が予算申請の根拠として活用する目的で、形骸化していた橋梁維持管理システム（BMMS）を改良し、仕組みの整備を進めているが、肝心のインプットデータが充実していないため、様々な橋梁データに基づく補修の優先順位付けを行うことができず、十分に機能していない。

以上のような状況のもと、配賦された限られた予算内でできる内容や箇所を選んで対処しているというのが現状であるが、維持管理のあるべき姿という観点からタイ国の現状を分析すると、既に発生した不具合への対処を主とする「事後保全型維持管理」が行われていることも大きな問題の１つであると言える。

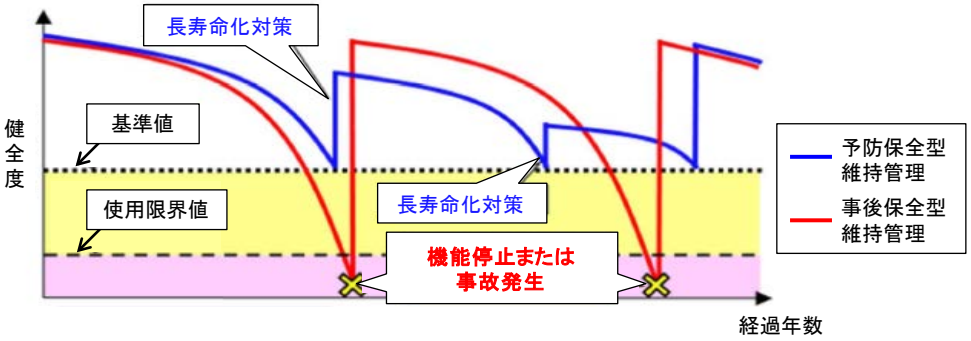
（２） 「事後保全型維持管理」から「予防保全型維持管理」への転換の必要性

現在タイ国において行われている事後保全型維持管理では、表面化した重大な劣化・損傷のみを補修の対象としている。この手法では橋梁数が少ない段階では大きな負担とならない補修費・更新費が、今後の補修対象の増加に伴い多額になっていく。限られた予算内で対応するために優先順位付けを行うこととなるが、対応を先送りして重大な劣化・損傷を放置すれば崩落等の大事故につながる恐れがある。

日本やアメリカ等の先進国でも、多くの橋梁が同時期に老朽化し、補修や更新が必要となる対象が集中的に増加したことで、事故の発生や予算の逼迫という事態に直面しており、タイ国が将来的に同じ問題を抱えることになる可能性は極めて高い。これを回避するためにも、現在先進国が積極的に取り入れている「予防保全型維持管理」を早期から導入すべきである。

1）予防保全型維持管理が求められる理由

先進国が導入を進めている「予防保全型維持管理」とは、定期的な点検を行ってそれぞれの構造物の劣化状況を正確に把握し、既に発生している不具合への対処を早急に行うとともに、将来的な劣化状況を予測し、致命的な劣化損傷を未然に防ぐという手法である。予防保全型維持管理では、致命的な欠陥が発生する前に適切な予防措置を行うことにより、構造物の更新サイクルが延びるため、ライフサイクルコストを縮減できる（図 1-6）。



＜図 1-6＞事後保全型と予防保全型の維持管理イメージ

（出所：「平成 21 年度 国土交通白書」、国土交通省をもとに調査団作成）

日本の道路橋を一例に挙げると、予防保全型維持管理を採用した場合、従来の事後保全型を継続した場合と比べてライフサイクルコストを大幅に縮減できることが国土交通省の試算で示されている（表 1-4）。予防保全型では劣化分析・予測が可能となるレベルの頻度・内容の点検が必要となることに加え、事後保全型と比べて補修の頻度が増すことから、維持管理費が増加する（0.6 兆円）。しかしながら、更新費の減少額は 3.7 兆円であり、トータルでは 3.1 兆円の減少と更新費縮減効果の方が大きいため、予防保全型の導入メリットは大きいと言える。

＜表 1-4＞維持管理費及び補修費の比較による予防保全型の導入効果

	事後保全型	予防保全型	予防保全型の導入効果
維持管理（点検・補修）費	1.1兆円	1.7兆円	＋0.6兆円（54.5%増加）
更新費	7.5兆円	3.8兆円	－3.7兆円（49.3%減少）
合計	8.6兆円	5.5兆円	－3.1兆円（36.0%減少）

※対象：北海道開発局を除く全国の8地方整備局が管理する直轄国道に架かる1万5,880橋
※コスト評価期間：60年

（出所：平成 16 年度国土交通省道路局重点施策、国土交通省道路局を基に調査団作成）

また、適切な補修時期を見極めた上で策定された補修計画に加え、適切な予防措置の実施によって実現する構造物の長寿命化により、補修や更新が必要となる対象が一時期に集中することを回避でき、予算が平準化される。これにより、限られた予算や人的資源の中であらゆる構造物に対して適切に維持管理していくことが可能となる。

２）早期段階から導入するメリット

予防保全型維持管理では、維持すべき健全度レベルを事後保全型よりも引き上げるため、事後保全型では補修対象外であった劣化・損傷が予防保全型では補修対象と判断されるケースが発生する。事後保全型である期間が長い程、その対象数が多くなるため、完全に転換するまでの移行期に要するコストは大きくなる。転換タイミングによっては限られた財源・人的資源では対応しきれず、転換がうまくいかない恐れもある。

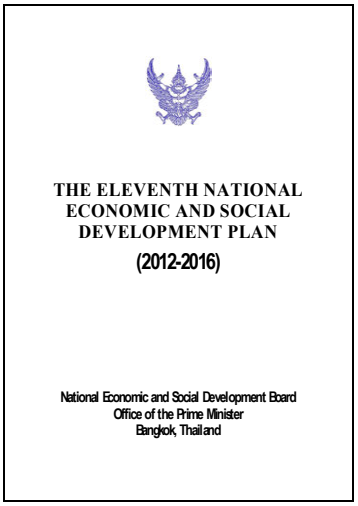
日本における都道府県と政令都市を対象として、長寿命化修繕計画（予防保全型）開始初年度にかかる補修費と計画開始の前年度の補修費を比較したアンケート調査では、補修費は軒並み増加し、2 倍以上になる自治体が 18（有効回答数：61）にも上った。長きに渡り事後保全型を続けてきたことで想定以上の補修費が掛かることとなり、自治体によっては導入を先送りしたり、適用範囲を限定する部分的な導入に留まっている（日経 BP 社 日経コンストラクション 2012.8.27 号」）。

予防保全型維持管理への転換に係る初期コストを増大させないためには、劣化・損傷の度合いが小さい段階で導入することが重要であり、タイ国は建設後 30 年未満の橋梁が大半を占めることから、転換タイミングとして今が最適であると言える。

以上より、タイ国における橋梁の維持管理における課題としては、「予防保全型維持管理の早期実施」であると言える。

1-3. タイ国の対象分野の関連計画、政策及び法制度

タイ国における全国レベルの政策プランとしては、「国家経済社会開発計画」がある。「国家経済社会開発計画」は国家経済社会開発庁（NESDB）が作成し、内閣により承認され、政令として発布される。現行の第十一次計画は、2012-2016 年を計画期間とし、「平等、公平、活気ある幸福な社会」を目標に掲げている。「国家空間開発計画」は 5 年毎に見直すこととなっており、2015 年の ASEAN 経済統合を控え、また、2011 年の大洪水を踏まえた防災の視点が重要となった今日、見直しが必要となっている。2013 年中に改訂される見通しである。



＜図 1-7＞国家経済社会開発計画
（出所：NESDB ホームページ）

「国家経済社会開発計画」においては、特に他の ASEAN 諸国との連携（コネクティビティ）の強化に関連して、新規道路ネットワーク整備の重要性が記述されているものの、道路・構造物の維持管理に関する政策については特に記述されていない。

また、前述の OTP により、現在 2011-2020 のマスタープランが策定されているが、OTP のマスタープランには具体的な路線や道路延長は記述されず、DOH 等各道路管理機関は、OTP のマスタープランの方針に従ってそれぞれのマスタープランを計画するという流れとなる。

バンコク首都圏の幹線道路ネットワークに関する計画は、首相をトップとする陸上交通計画会議（CMLT）が許可したマスタープラン（the CMLT's Resolution No.1/2547）に基づいて整備が進められている。具体的な計画策定はバンコク都（BMA）及び MOT の OTP が担当しており、整備の実施は BMA、首都圏内の自治体、DOH、DRR、EXAT が行っている。なお、バンコク都内の高速道路については上記組織が路線毎に管理している。各路線の管理組織について、図 1-8 に示す。

＜路線名と管轄機関名＞

EXAT→ ทางพิเศษเฉลิมมหานคร (ระบบทางด่วนขั้นที่ 1)
Chaloem Maha Nakhon Expressway (First Stage Expressway System)

BECL→ ทางพิเศษศรีรัช (ระบบทางด่วนขั้นที่ 2) โครงข่ายในเมือง
Si Rat Expressway (Second Stage Expressway System) Urban Network

EXAT→ ทางพิเศษฉลองรัช (ทางด่วนสายรามอินทรา-อาจณรงค์ และทางด่วนสายรามอินทรา-วงแหวนรอบนอก)
Chalong Rat Expressway (Ram Inthra-At Narong Expressway And Ram Inthra - Outer Ring Road Expressway)

BECL→ ทางพิเศษอุดรรัถยา
Udon Rattaya Expressway

EXAT→ ทางพิเศษบูรพาวิถี (ทางด่วนสายบางนา-ชลบุรี)
Burapha Withi Expressway (Bang Na-Chon Buri Expressway)

EXAT→ ทางพิเศษสายบางนา-อาจณรงค์
Bang Na-At Narong Expressway

EXAT→ ทางพิเศษสายบางพลี - สุขสวัสดิ์
Bang Phli - Suk Sawat Expressway

DOH→ ถนนวงแหวนรอบนอกกรุงเทพมหานครด้านตะวันตก (ถนนกาญจนาภิเษก)
Outer Ring Road Western Bangkok (Kanchanapisak Road)

EXAT→ ทางหลวงพิเศษหมายเลข 37 ช่วงสุขสวัสดิ์ - บางขุนเทียน
Expressway No.37 Suk Sawat - Bang Khun Thian

DOH→ ถนนวงแหวนรอบนอกกรุงเทพมหานครด้านตะวันออก ทางหลวงพิเศษหมายเลข 9 (ถนนกาญจนาภิเษก)
Outer Ring Road Eastern Bangkok Expressway No.9 (Kanchanapisak Road)

＜図 1-8＞バンコク首都圏の高速道路管理マップ
（出所：EXAT へのヒアリングをもとに調査団作成）

1-4. タイ国の対象分野の ODA 事業の事例分析及び他ドナーの分析

1-4-1. 対タイ国における日本の ODA の現状

タイ国に対する我が国の ODA は、1954 年に技術協力としてタイ国から研修員を受け入れたことに始まる。1967 年に円借款、1970 年に無償資金協力が開始（1993 年度をもって一般プロジェクト無償資金協力は卒業）され、タイ国の経済発展と我が国との二国間関係の発展に大きく貢献してきた。我が国は、タイ国にとって最大の ODA 供与国（累積）となっている。

近年の我が国の対タイ国援助形態別実績を表 1-5 及び表 1-6 に示す。

＜表 1-5＞我が国の対タイ国援助形態別実績（年度別）

（単位：億円）

年　度	円　借　款	無償資金協力	技 術 協 力
2007 年度	624.42	1.79	54.72 (24.47)
2008 年度	630.18	2.57 (1.00)	53.83 (18.60)
2009 年度	44.62	8.32 (5.97)	46.08 (24.11)
2010 年度	239.46	11.55	60.62 (27.98)
2011 年度	－	4.25 (1.19)	35.29
累　計	21,986.21	1,619.93 (8.16)	2,162.50

注）1. 年度の区分は、円借款及び無償資金協力は原則として交換公文ベース、技術協力は予算年度による。
2. 金額は、円借款及び無償資金協力は交換公文ベース、技術協力はJICA経費実績及び各府省庁・各都道府県等の技術協力経費実績ベースによる。ただし、無償資金協力のうち、国際機関を通じた贈与（2008 年度実績より、括弧内に全体の内数として計上）については、原則として交換公文ベースで集計し、交換公文のない案件に関しては案件承認日又は送金日を基準として集計している。草の根・人間の安全保障無償資金協力と日本NGO連携無償資金協力、草の根文化無償資金協力に関しては贈与契約に基づく。
3. 円借款の累計は債務繰延・債務免除を除く。
4. 2007～2010 年度の技術協力においては、日本全体の技術協力事業の実績であり、2007～2010 年度の（ ）内はJICAが実施している技術協力事業の実績。なお、2011 年度の日本全体の実績については集計中であるため、JICA実績のみを示し、累計についてはJICAが実施している技術協力事業の実績の累計となっている。
5. 四捨五入の関係上、累計が一致しないことがある。

（出所：外務省政府開発援助（ODA）国別データブック（タイ国）、2012 年）

＜表 1-6＞我が国の対タイ国援助形態別実績（OECD/DAC 報告基準）

（支出純額ベース、単位：百万ドル）

暦　年	政府貸付等	無償資金協力	技 術 協 力	合　　計
2007 年	-527.26	2.17 (0.60)	47.74	-477.35
2008 年	-795.20	2.56 (1.21)	44.16	-748.48
2009 年	-202.33	3.71 (1.28)	48.30	-150.31
2010 年	-214.79	14.92 (1.91)	56.33	-143.54
2011 年	-237.15	7.25 (1.25)	45.89	-184.01
累　計	2,389.60	950.38 (6.76)	2,656.50	5,996.45

出典）OECD/DAC

注）1. 国際機関を通じた贈与については、2006年より、拠出時に供与先の国が明確であるものについては各被援助国への援助として「無償資金協力」へ計上することとしている。また、OECD/DAC事務局の指摘に基づき、2011年には無償資金協力に計上する国際機関を通じた贈与の範囲を拡大した。（ ）内は、国際機関を通じた贈与の実績（内数）。
2. 政府貸付等及び無償資金協力は、これまでに交換公文で決定した約束額のうち当該暦年中に実際に供与された金額（政府貸付等については、タイ側の返済金額を差し引いた金額）。
3. 政府貸付等の累計は、為替レートの変動によりマイナスになることがある。
4. 技術協力は、JICAによるもののほか、関係省庁及び地方自治体による技術協力を含む。
5. 四捨五入の関係上、合計が一致しないことがある。

（出所：外務省政府開発援助（ODA）国別データブック（タイ国）、2012 年）

近年、他国ドナーがタイ国へのODA拠出を減少させ、日本の拠出額も減る中で、日本がタイ国への協力を継続する主な背景として、「対タイ王国 国別援助方針」（2012年12月 外務省）の大目標である、「戦略的パートナーシップに基づく双方の利益増進及び地域発展への貢献の推進」が挙げられる。

また、「対タイ王国 国別援助方針」によれば、インドシナ半島の中心に位置するタイ国は、ASEAN共同体の設立に向け中核的役割を担うとともにメコン地域の発展の鍵となっており、当該地域におけるタイ国の戦略的重要性を踏まえ、同地域におけるASEAN連結性強化、格差是正といった域内共通課題への取組にタイ国と協力して積極的に取り組んでいくことが必要であるとされている。

これらを踏まえると、今後のタイ国における我が国のODA事業の方向性として政治・経済・社会の各分野における二国間並びに地域的及び国際的な問題に取り組むために、タイ日本両国間の戦略的パートナーシップをさらに強化することが重要であると言える。

1-4-2. インフラ分野における日本のODA事例分析

表1-7に示すように、タイ国のインフラ分野におけるこれまでの日本のODAの実績は非常に多く、有償資金協力（円借款）により空港（ドンムアン空港、スアンナプーム空港)、バンコク都内の地下鉄（MRT)、高速道路、港湾等様々なインフラ施設が建設されている。1960年代後半から始まった有償資金協力（円借款）により、国民の生活に必要なインフラの新規整備が現在に至るまで行われてきており、タイ国の発展に大きく貢献してきたと言える。2011年に発生し、バンコク首都圏に甚大な被害を与えたタイ国中部洪水に対しては、地下鉄・上水道・空港に関する緊急援助隊専門家チームの派遣を行った他、チャオプラヤ川流域洪水対策マスタープランの策定支援、約80億円の防災・災害復興支援無償資金協力による工業団地の周辺インフラ復旧・整備支援等、様々な協力が実施された。近年では、以前に比べるとインフラ施設の新規建設の事例は減少し、また専門技術の人材育成といった技術協力のODA案件も洪水対策を除けば減少傾向にある。

＜表1-7＞インフラ分野におけるこれまでの日本の代表的なODA事例（有償資金協力）

No	案件名	実施年度	分野	供与額（百万円）
1	国鉄整備	1967	鉄道	2,836
2	バンコク国際空港拡張事業（Ⅱ）	1980	空港	15,835
3	バンコク国際空港拡張事業（Ⅲ）	1981	空港	14,240
4	高速道路計画(I)	1982	道路	25,900
5	デオカノン～クロントイ港間高速道路(第二期)	1983	道路	11,530
6	マプタ・プット港建設事業（Ⅱ）	1985	港湾	16,045
7	レム・チャバン商業港建設事業（Ⅱ）	1985	港湾	16,045
8	有料道路3路線建設事業	1988	道路	12,517
9	バンコック東部外環状道路建設事業計画(I)	1989	道路	12,958

10	首都高速道路ラムイントラーアトナロン線建設事業計画(I)	1991	道路	14,804
11	首都高速道路ラムイントラ～アトナロン線建設事業(第 2 期)	1992	道路	21,850
12	国鉄輸送力増強事業（第２期分）	1993	鉄道	13,631
13	バンコクーチョンブリ道路建設事業(第 2 期)	1993	道路	21,627
14	第三期首都高速道路建設計画	1995	道路	13,883
15	地方幹線道路網改良計画(2)	1995	道路	13,374
16	第 III 期首都高速道路建設事業(2)	1996	道路	16,612
17	第二バンコク国際空港建設事業	1996	空港	31,223
18	バンコク地下鉄建設事業	1996	鉄道	26,586
19	産業環状道路建設事業	1997	道路	14,887
20	バンコク地下鉄建設事業（Ⅱ）	1997	鉄道	32,659
21	既往案件内貨融資（バンコク地下鉄建設事業（Ⅰ）（Ⅱ）	1998	鉄道	29,792
22	バンコク地下鉄建設計画（Ⅲ）	1998	鉄道	23,343
23	バンコク地下鉄建設計画（Ⅳ）	1999	鉄道	64,228
24	第二バンコク国際空港建設事業（Ⅲ）	1999	空港	33,461
25	第二バンコク国際空港建設事業（Ⅳ）	2000	空港	18,506
26	バンコク地下鉄建設計画（Ⅴ）	2000	鉄道	45,818
27	地方幹線道路網改良計画（3）	2000	道路	19,544
28	第二バンコク国際空港建設事業（Ⅴ）	2002	空港	34,784
29	第二バンコク国際空港建設事業（Ⅵ）	2003	空港	44,852
30	第二バンコク国際空港建設事業（Ⅶ）	2005	空港	35,453
31	バンコク大量輸送網整備計画（パープルライン）（I）	2007	鉄道	62,442
32	バンコク大量輸送網整備計画（レッドライン）（I）	2008	鉄道	63,018
33	バンコク大量輸送網整備計画（パープルライン）（II）	2010	鉄道	16,639

注：供与額の大きな代表的な案件のみ抽出した。

（出所：外務省政府開発援助（ODA）国別データブック（タイ国）より）

道路・橋梁分野における ODA については、バンコク都内及びその近郊を中心に、高速道路・幹線道路建設や都市部の高架橋建設等が行われてきたが、その中でもチャオプラヤ川の橋梁群の建設が最も代表的な事例である。チャオプラヤ川を渡河する橋梁は、1930 年代に建設されたメモリアル橋を始め、日本の戦後賠償及び ODA により整備された 13 橋（メモリアル橋の補修 1 橋含む）を含む 20 橋が架かっている。バンコク首都圏はチャオプラヤ川によって南北に分断されているため、これらの橋梁群はバンコク首都圏の社会・経済活動の高度化・広域化に直接的に貢献してきたと言える。

＜表 1-8＞チャオプラヤ川に架かる橋梁の概要

No	橋梁名	管理機関	供用年	橋長（m）（ ）内はﾒｲﾝｽﾊﾟﾝ	日本のODA の有無	備考
1	ラマ 6 世橋	SRT	1926	(120)	なし	
2	メモリアル橋	DRR	1932	234	円借款	1980 年の円借款で補修工事を実施
3	クルントン橋	DRR	1958	(64)	なし	
4	ノンタブリ橋	DOH	1959	(64)	なし	
5	クルンテープ橋	DRR	1959	350	戦後賠償	1993 年の円借款で補修工事を実施
6	プラ・ピンクラオ橋	DRR	1973	280	円借款	
7	プラ・チャオ・タクシン橋	DRR	1982	224	円借款	
8	パトムタニ橋	DOH	1984	239	円借款	
9	プラ・ポックラオ橋	DRR	1984	212	円借款	
10	プラ・ナンクラオ橋	DOH	1985	329	円借款	
11	ラマ 9 世橋	EXAT	1987	781	円借款	
12	ラマ 7 世橋	DRR	1992	290	円借款	
13	ラマ 3 世橋	DRR	2000	476	円借款	
14	ラマ 8 世橋	BMA	2002	(300)	なし	
15	ラマ 5 世橋	DRR	2002	320	円借款	
16	プミポン橋（北）	DRR	2006	582	円借款	
	プミポン橋（南）			702		
17	ラマ 4 世橋	DRR	2006	416	円借款	
18	カンチャナピセーク橋	DOH	2007	(500)	なし	
19	新プラ・ナンクラオ橋	DOH	2008	(229)	なし	
20	パトムタニ２橋	DOH	2009	(160)	なし	

（出所：調査団作成）

＜図 1-9＞チャオプラヤ川の橋梁群位置図

（出所：バンコク ODA プロジェクト・マップ（JICA））

1-4-3. 対タイ国における他ドナーの ODA の現状

対タイ国における他ドナー（諸外国及び国際機関）の経済協力実績としては、世界銀行、ADB、UNDP 等の国連関係機関、米国、フランス等の各国が対タイ国経済協力や地域協力を実施しており、我が国とも適宜情報・意見交換を行っている。

＜表 1-9＞諸外国の対タイ国経済協力実績

（支出純額ベース、単位：百万ドル）

暦年	1位		2位		3位		4位		5位		うち日本	合　計
2006年	フランス	64.92	ドイツ	26.80	米国	24.97	デンマーク	11.51	オランダ	9.32	-453.51	-290.70
2007年	米国	44.53	スウェーデン	9.13	デンマーク	6.64	カナダ	5.18	フランス	5.16	-477.35	-394.07
2008年	米国	39.56	スウェーデン	7.74	デンマーク	6.65	オーストラリア	4.59	英国	2.18	-748.48	-698.80
2009年	米国	23.60	英国	9.92	スウェーデン	8.08	スペイン	4.46	オーストラリア	4.13	-150.31	-92.51
2010年	米国	47.15	オーストラリア	8.10	スウェーデン	7.27	英国	7.21	韓国	2.49	-143.54	-100.18

出典）OECD/DAC

（出所：政府開発援助（ODA）国別データブック（タイ国）、2012 年）

＜表 1-10＞国際機関の対タイ国経済協力実績

（支出純額ベース、単位：百万ドル）

暦年	1位		2位		3位		4位		5位		その他	合　計
2006年	GFATM	32.16	EU Institutions	30.56	Montreal Protocol	3.40	UNTA	3.35	UNFPA	2.57	0.46	72.50
2007年	GFATM	39.85	EU Institutions	30.22	UNHCR	5.00	UNTA	4.49	UNAIDS	3.08	-1.05	81.59
2008年	GFATM	42.90	EU Institutions	27.24	UNHCR	4.47	Montreal Protocol	2.18	UNFPA	1.51	-0.71	77.59
2009年	GFATM	30.18	EU Institutions	21.31	UNHCR	2.77	UNFPA	1.75	Montreal Protocol	1.45	-43.71	13.75
2010年	GFATM	42.77	EU Institutions	24.11	GEF	11.98	UNHCR	4.22	UNDP	1.89	2.93	87.90

出典）OECD/DAC
注）順位は主要な国際機関についてのものを示している。

（出所：政府開発援助（ODA）国別データブック（タイ国）、2012 年）

1-4-4. インフラ分野における他ドナーの ODA 事例分析

世界銀行はタイ国に対して、これまでに環境保全、廃棄物処理、インフラ整備、気候変動対策等の分野で支援を行ってきている。その内、インフラ分野における支援は主に 1990 年代に行われており（表 1-11 参照）、この中で特に道路維持管理に関する支援としては、2004 年から DOH を対象に実施していた”Highways Management Project”及び 2010 年から実施されている”Additional Financing - Highways Management Project”がある。その内容としては、国道維持管理予算計画策定のためのデータベースの構築、道路維持管理システム（Road Maintenance Management System）及び橋梁維持管理システム（Bridge Management System）の構築、道路の補修修繕・拡幅工事等が行われた。

＜表 1-11＞世界銀行によるインフラ分野における対タイ国支援事例

プロジェクト名	金額（mil.USD）	承認年月
Public Sector Development Policy	1,000.00	Nov-10
Additional Financing - Highways Management Project	79.30	Mar-10
Highways Management Project	84.29	Dec-03
Strategy and Implementation for a Competitive Financial Sector in Thailand	0.91	Sep-03
Thailand Metropolitan Distribution Reinforcement	145.00	Jun-97
Distribution Automation and Reliability Improvement Project	100.00	Jul-96
Gas Transmission Project (02)	155.00	Sep-94
Distribution System Reinforcement Project	50.00	Sep-94
DISTRIBUTION SYSTEM AND ENERGY EFFICIENCY	109.00	Apr-93
Bangkok Gas Transmission Project	105.00	Jul-92
Highway Sector Project (04)	177.50	Mar-92
Distribution System Upgrading Project	40.00	Sep-91
Highway Sector Project (03)	50.00	Jun-90
Power System Development Project (02)	94.00	Dec-89

（出所：世界銀行ホームページより作成）

ADB はタイ国に対して、これまでに経済成長、環境保全、インフラ整備、ジェンダー等の分野で支援を行ってきており、その内、インフラ（交通）分野における支援を抜粋したものが表 1-12 である。道路に関しては、2009 年に承認された”Implementation Plan for Strategic Intercity Motorway Network Project”等のプロジェクトがあるが、新規道路ネットワーク整備が中心であり、維持管理に関する支援は特に行われていない。

＜表 1-12＞ADB によるインフラ分野における対タイ国支援事例

プロジェクト名	分野	金額 (thousand USD)	承認日
Thailand Intercity Motorway Project	道路	225	20-Nov-12
Accounting and Financial Management System Reform of Thailand's Railway Sector	鉄道	-	19-Oct-12
Supporting Railway Sector Reform	鉄道	225	18-May-12
Greater Mekong Subregion Highway Expansion	道路	77,100	15-Dec-09
Implementation Plan for Strategic Intercity Motorway Network Project	道路	1,000	15-Dec-09
Greater Mekong Subregion Highway Expansion	道路	270	28-Mar-08
Preparing the Bangkok Mass Rapid Transit Integrated Ticketing Project	都市交通	700	17-Dec-07
Infrastructure Investment Advisory Assistance	鉄道	450	18-Dec-06

（出所：ADB ホームページより作成）

第2章 提案企業の技術の活用可能性及び将来的な事業展開の見通し

2-1. 提案企業及び活用が見込まれる提案製品・技術の強み

本調査にて提案する技術は、関西工事測量のひび割れ計測システム「KUMONOS（クモノス)」である。KUMONOS は、インフラ構造物の維持管理における最も重要な点検項目の一つである「ひび割れ」を離れたところから高精度に計測し且つ経年変化を把握できるシステムである。構造物の形状・位置を大量の点データとして取得し、維持管理に必要な図面を作成することができる3D レーザースキャナの計測技術とあわせて提案することにより、維持管理の仕組みを機能させる上で不可欠な初期データの構築を目指す。

2-1-1. 予防保全型維持管理におけるひび割れ点検の重要性

予防保全型維持管理を進める上で極めて重要となるのが、構造物の劣化状況の正確な把握と適切な補修タイミングの見極めであり、建設後早い段階から定期的に正確な点検を行い、結果を正しく記録して経過観察を行うことが必要となる。

コンクリート構造物の劣化要因には乾燥収縮、温度変化（凍結融解)、荷重によるたわみ、腐食等があるが、その結果として共通して発生するのは「ひび割れ」であり、構造物の維持管理においてひび割れ調査は必ず行われる。ひび割れは、構造物の表面に現れるため比較的調査しやすい項目であることに加え、その形状・方向・位置は異常箇所・原因の特定のための重要な判断材料となる。異常箇所・原因の特定や補修方法の選定は外部損傷だけでなく、非破壊検査等による内部損傷状況の確認結果を踏まえて実施されるが、ひび割れの状況を把握することにより、詳細点検が必要な箇所の絞り込みができる。

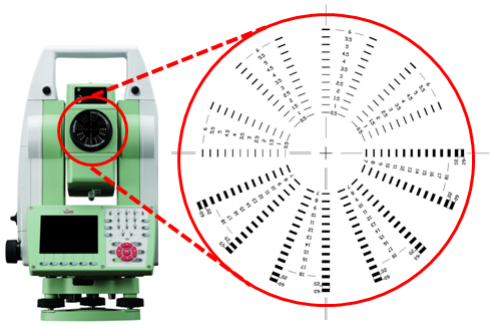
また、ひび割れの経過観察を行うことにより、劣化の進行具合の把握や将来の劣化予測までもが可能となるため、それに基づく適切な予防措置の計画・実施が構造物の長寿命化や安全性の確保につながる。

2-1-2. 提案製品・技術の特長

（１） ひび割れ計測システム「KUMONOS」

KUMONOS は、距離と角度を測る測量機器であるトータルステーション（以下、TS）にひび割れの幅を計測するための目盛りであるクラックゲージと専用プログラムを内蔵した多機能型 TS 及び PC 用の解析ソフトウェアの総称である（図 2-1)。内蔵クラックゲージ・内蔵プログラム・解析ソフトウェアは関西工事測量が開発したものである。KUMONOS 本体には 42 倍の望遠レンズが搭載されており、離れた位置からひび割れの幅と形状を計測することができる（例えば 0.4mm 幅のひび割れを 100m 先から計測することが可能)。また、KUMONOS は一般的な TS が持つ通常機能（鉛直角・水平角・斜距離の計測）を保有していることから、構造物そのものの形状やひび割れ以外の損傷（錆・漏水箇所等）の形状を計測することもできる。計測データは 3D 位置座標で記録され、PC にインストールした専用ソフトウェアを介することにより、座標データを瞬時に製図システム（CAD）上に自動描画することができる。さらに、計測データをデジタルデータとして蓄

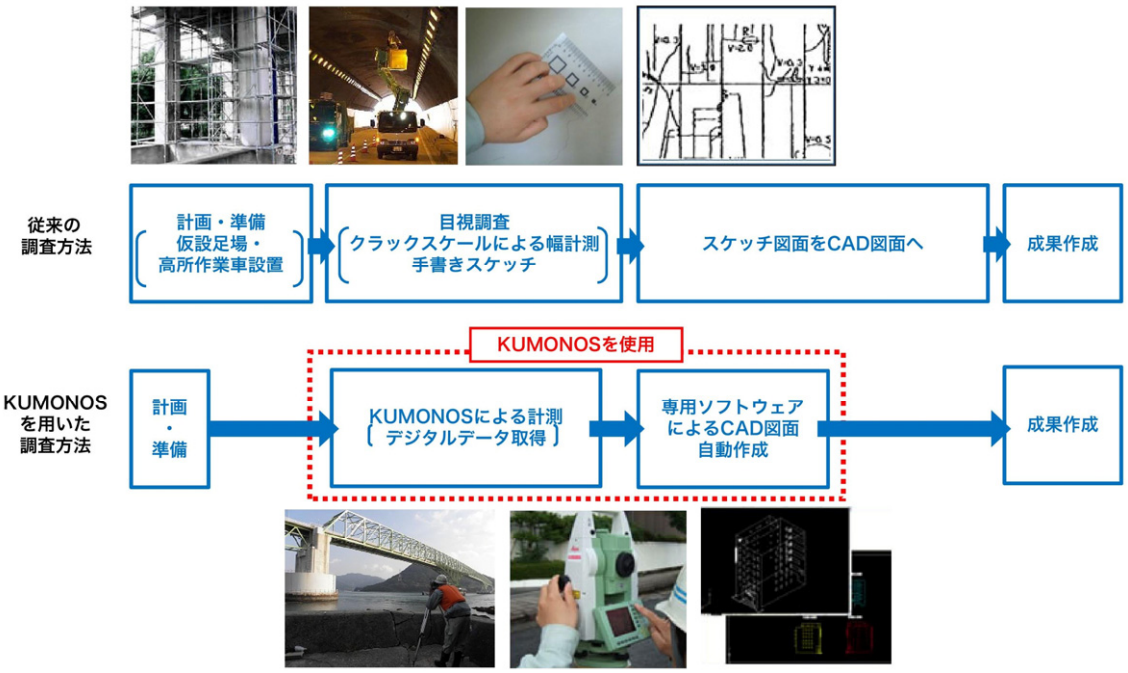
積することにより、従来方法では困難であった過去の計測結果と重ね合わせての比較や分析が可能となり、ひび割れの成長や劣化の進行を定量的に把握することができる。



＜図 2-1＞機器本体及び内蔵クラックゲージ

（２） 従来のひび割れ調査方法との比較

従来のひび割れ調査では、ひび割れに近付き（高所等、近接できない場所の場合は仮設足場や高所作業車を利用）、ひび割れに沿ってチョークを引いて形状を明示し、クラックスケールと呼ばれる専用の定規を使用して計測した幅をコンクリート面に記載する。その幅と形状を現場でスケッチにより記録したものを、CAD の図面データに写して管理する。この方法は日本のみならず、世界各地で広く採用されている。一方、KUMONOS による調査では、計測対象から離れたところに機器を設置して計測できるため、近接できない場所であっても仮設足場や高所作業車は不要となる。また、計測結果を基に自動的に図面が作成される（図 2-2）。

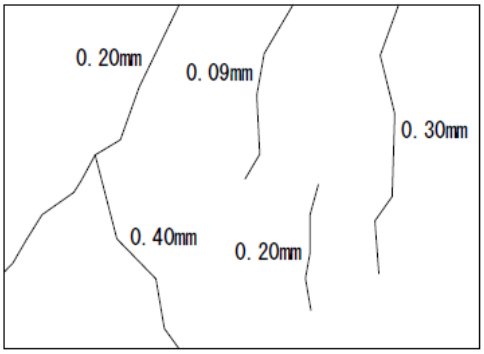


＜図 2-2＞従来の調査方法と KUMONOS を用いた調査方法の比較

１）計測精度の向上

KUMONOS を用いた調査では、従来方法と比較して位置・形状の計測精度が大幅に向上することが実証されている。CAD で作成した A3 サイズの模擬ひび割れ（図 2-3）を 3 名の計測者が 50m の距離から従来方法及び KUMONOS を用いた方法により計測し、精度の比較を行った。従来の調査方法として双眼鏡による目視で位置・形状を手書きで記録し、KUMONOS では幅・位置・形状を計測した（図 2-4）。各々作図した図面と模擬ひび割れを重ね合わせて誤差を比較したところ、表 2-1 に示す通り KUMONOS による計測では従来方法に比べ、位置・形状の計測精度が大幅に向上した。また、KUMONOS による幅の計測に関しても、表 2-2 に示す通り 50m 離れた位置からの計測でも最大±0.05mm の誤差という十分に高い精度であった。

従来方法では、調査員がチョークで構造物に書いたひび割れを現場で紙にスケッチして記録することから、調査員のスキル・経験による個人差が出やすく、精度良く記録することができない。一方、KUMONOS によるひび割れ計測では、構造物のひび割れ位置を 3D の座標値で捉えることができ、実際の位置との誤差が極めて小さい。また、計測結果はデジタルデータとして記録されるためスケッチが不要となり、計測者による個人差も出にくい。



＜図 2-3＞模擬ひび割れ（A3 サイズ）

＜図 2-4＞検証実験風景

＜表 2-1＞位置・形状の精度比較表

	KUMONOS	従来技術
位置・形状の精度	1mm～3mm	28mm～46mm

＜表 2-2＞KUMONOS による幅計測結果及び精度

番号	実際のひび割れ幅	KUMONOSでの計測結果(mm)				幅精度(mm)
		計測者①	計測者②	計測者③	平均	
1	0.20	0.22	0.22	0.18	0.21	±0.02
2	0.40	0.42	0.36	0.44	0.41	±0.04
3	0.09	0.10	0.14	0.14	0.13	±0.05
4	0.20	0.22	0.18	0.22	0.21	±0.02
5	0.30	0.32	0.29	0.32	0.31	±0.02

２）経年変化の把握

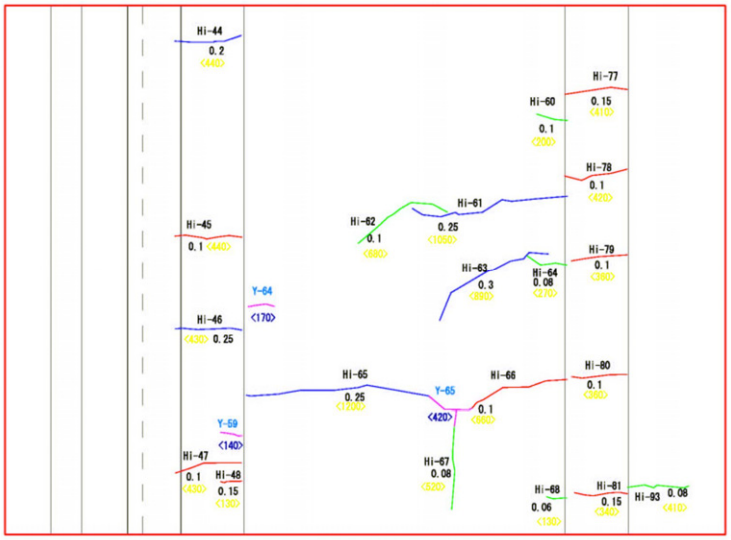
従来の調査方法では、毎年同じ調査員が点検するわけではないため、スケッチの記録と実際のひび割れとの合致ができない等の事由から、過去の調査結果と比較してひび割れの成長を把握することが難しい。KUMONOS では、精度が高い計測データを蓄積して比較することにより、ひび割れの経年変化を正確に把握し、構造物の劣化進行状況の見極めや将来の劣化予測が可能となる。KUMONOS で計測した正確なデータに基づき、致命的な欠陥が生じる前に適切な措置を講じることが可能になるため、構造物の長寿命化、安全性の向上、維持管理予算の最適化にも貢献することができる。

経年変化把握の一例として、山口県の海上にある橋梁の計測事例を挙げる。当該橋梁は、補修を繰り返しても調査の度に劣化箇所が見つかるという問題を抱えており、適切な補修タイミングを見極める必要があった。また、流速の早い海域に位置しており足場等の設置が困難であるため、離れたところから劣化を調査する必要もあった。そこで、2 つのニーズを同時に満たす技術として KUMONOS が注目され、導入に至った。当該橋梁の調査に関する特記仕様書には、「測量器を使用してひび割れの長さ、幅を計測すること」と明記されており、実質的に KUMONOS がひび割れ調査の指定方法となっている。関西工事測量は年 1 回の定期点検を 2008 年から 6 年連続で実施している。

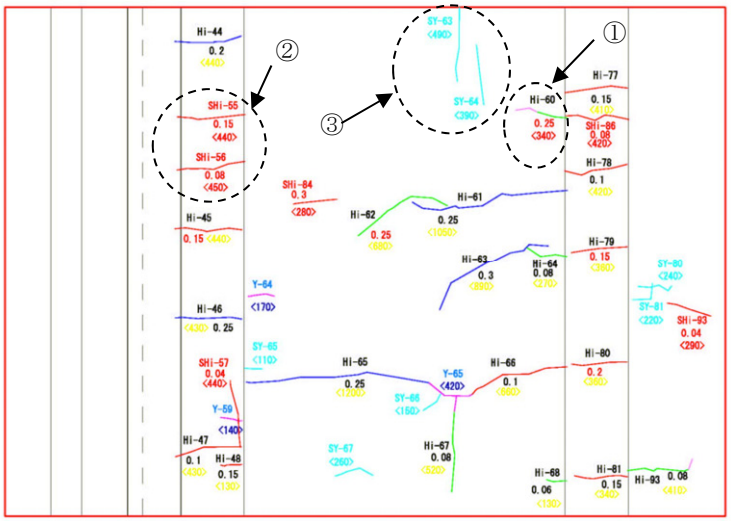
図 2-5 及び図 2-6 は、橋梁の計測結果図面の抜粋である。図 2-5 は 1 年目の計測結果（ひび割れ損傷図）であり、図 2-6 は同じ箇所を 2 年目に計測した際の結果である。1 年目の計測結果と、2 年目の計測結果を比較することで、ひび割れの成長や新たなひび割れの発生等を定量的に把握することができる。例えば、図 2-6 の①のひび割れは、1 年目には長さ 200mm・幅 0.1mm であったのに対し、2 年目には長さ 340mm・幅 0.25mm に成長している。また、図 2-6 の②のひび割れは、新たに発生したひび割れであることが分かる。図 2-6 の③は、コンクリート骨材の石灰分が溶け出して表面化したエフロレッセンスである。それ自体に強度上の問題はないが、表面の劣化として計測が可能であり、経年変化も分析できる。

当該橋梁の場合、ひび割れの成長が止まった時点で補修を行うことが費用対効果の観点から効率的であると判断されたため、計測結果の比較による成長スピードの定量的な分析が大学教授等の専門家も交えて実施され、適切な補修タイミングの見極めが行われている。さらに、各損傷の幅・長さ及び面積等を定量的に且つ正確に把握できることにより、補修に必要な材料の算出も容易となる。

KUMONOS による定期的な計測及び蓄積された過去の計測結果を比較し、劣化の推移及びその傾向を分析することで劣化予測も可能となる。定量データに基づいた劣化予測を行うことは、より客観的で明確な補修・改修の優先順位付けを行うことにつながる。



＜図 2-5＞橋脚損傷図抜粋（1 年目）



＜図 2-6＞橋脚損傷図抜粋（2 年目）

3）KUMONOS 導入による計測可能範囲の拡大及び安全性の確保

従来の調査方法では、ひび割れに近接することが前提となるが、大半のコンクリート構造物は高所のひび割れ計測に仮設足場の設置や高所作業車の利用が不可欠となる。このため、近接の難しさから調査が十分ではない、もしくは、実施できないケースもある。また、調査員や通行人等の安全性の面での課題もある。KUMONOS の場合では、離れたところから調査ができるため、立地状況や構造、危険度等の事由から近接できず点検できなかったひび割れの計測を可能とし、重大な損傷の見落としを未然に防止できる。

例えば、図 2-7 のような斜張橋を従来の目視とスケッチで点検する場合、橋の桁下（裏）には通常、高所作業車のバケットをワイヤーケーブルの間に入り込ませて近付く。ケーブルの間隔が狭いと近接することができず、また川が流れているため

仮設足場を設置するには多大な手間と費用がかかる。しかしながら、KUMONOS では高所作業車や足場を用いずに対岸から計測することができる。また、図 2-8 のような高架橋を計測する場合、従来方法であれば交通規制を行って高所作業車もしくは仮設足場を用いて計測するが、KUMONOS の場合には歩道上から計測を行うことができるため、渋滞等周辺交通への影響を最小限に抑えることが可能となる。

＜図 2-7＞斜張橋

＜図 2-8＞高架橋

４）KUMONOS 導入によるコスト及び工数面の削減効果

KUMONOS を使用することにより、従来方法と比較して工数や費用の大幅な削減が可能となる。例えば、調査面積が 4,000 ㎡ある橋梁計測においては、従来方法における高所作業車のレンタル費や交通誘導員の労務費が不要となり、現地計測にかかる費用が約 35%削減（1,746,600 円→1,136,300 円）された。工数面では約 28%削減（28 日→20 日）され、特に計測後の図面作成の工数が半分に短縮（14 人日→7 人日）された。従来方法では、スケッチ図面をスキャナで読み取り、CAD 上で清書して図面を作成するが、KUMONOS の専用ソフトウェアを使うことにより、計測データが自動的に結線・描画され、瞬時に図面が作成される。番号付けや長さ記入等の編集作業は必要となるものの、従来方法と比較すると所要時間は格段に短くなる。

また、従来方法では、高所作業車の他に仮設足場を設置することも多いが、仮設足場を組む場合、1 ㎡あたりのコストは約 1,300 円（通常 1 ヶ月単位での契約）である。KUMONOS を用いると、仮設足場は不要となりコスト削減につながる。さらに、離れたところから計測でき、機器の設置に要する面積も小さいことから、交通規制が不要となる場合が多く、とりわけ本調査の対象であるタイ国のバンコク都内のように慢性的な渋滞が発生している地域で力を発揮する。

（３） その他の調査方法との比較

KUMONOS の他に、離れたところからひび割れを調査する方法としてデジタル写真画像によりひび割れを抽出する方法もあり、近年採用されることが多くなっている。短時間で広範囲のひび割れデータを取得できるというメリットがある反面、ピントを合わせることが難しい上、ピントが合ったとしてもピクセルの色差からひび割れを検出して幅を読み取ることや壁面の汚れ・影とひび割れを識別することは容易ではない。また、何枚もの写真を合成する上で歪みも生じるため、計測精度を確保することが困難とされている。写真だけではひび割れの位置を座標化することもできないため、実際には位置座標を残すことができる測量機器（KUMONOS 本体と同様の TS）を併用するケースも多い。さらに、高画質の画像データを大量に扱うことから、高スペックの PC が必要となる上に、データの処理に時間がかかり、結果的に非効率となることから、正確性・効率性の面で KUMONOS が優位性を有していると言える。

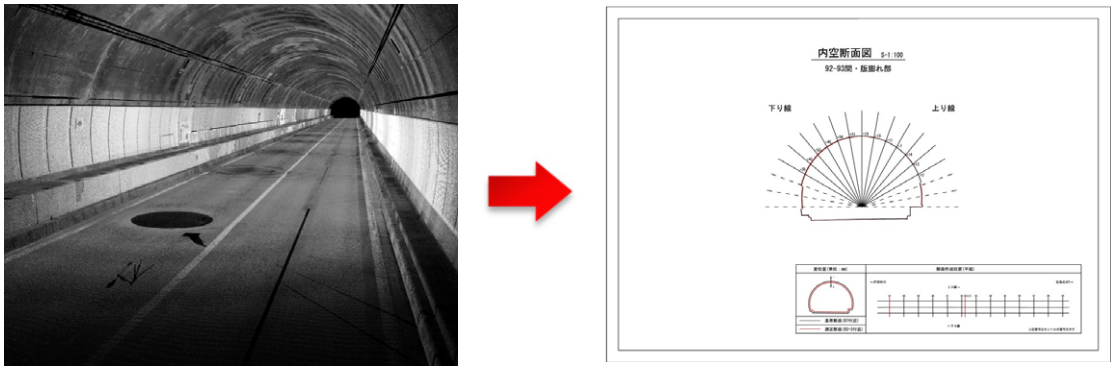
（４） 3D レーザースキャナ

KUMONOS では、ひび割れ以外にも構造物自体の形状を計測することができるが、計測した点を直線でつないで図面を作成することから、直線だけで表現できない複雑な形状の場合には、3D レーザースキャナを併用する。

3D レーザースキャナは、周囲の形状を瞬時に大量の点（点群）として取得する計測機器である（図 2-9）。取得した各点は 3D 座標を持っており、正確且つ詳細な形状、位置、寸法を取得できるため、図 2-10 のように KUMONOS では作成できない断面図をはじめとする各種図面の作成に用いられる。点群データを基に作成した図面は、維持管理に必要な初期データとして活用することが可能であり、特に設計図面が残っていない構造物に適用するメリットは大きい。また、断面図を用いて補修計画を策定したり、計測データを基にひずみや変形等の経時的な変化を把握し、構造物の健全度を分析することもでき、初期データとしての用途のみでなく、構造物の維持管理の上でも重要な役割を担う。

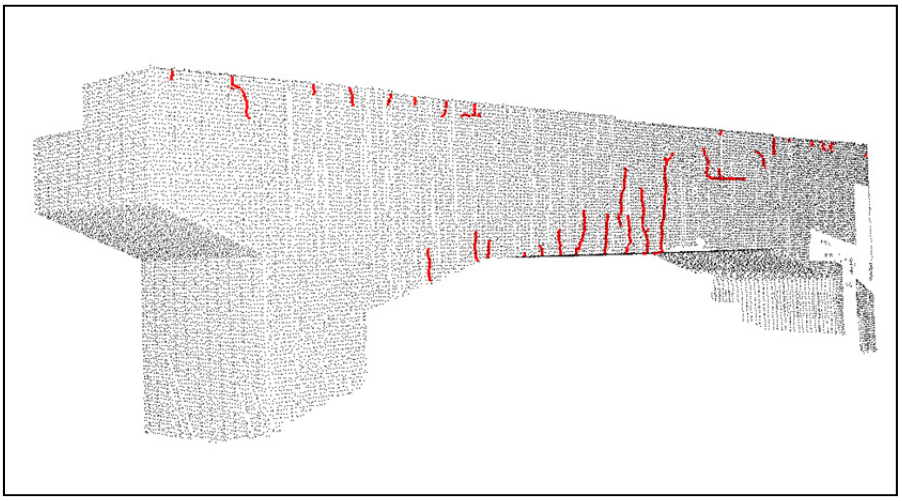
近年、日本やアメリカ等の先進国においては、BIM（Building Information Modeling）や CIM（Construction Information Modeling）といった、構造物の設計から施工、維持管理までを 3D モデルによって行う流れが広がりつつあり、3D レーザースキャナの需要が年々拡大している。

＜図 2-9＞3D レーザースキャナ（FARO 社製）と計測データサンプル



＜図 2-10＞点群データからの図面作成

図 2-11 のように KUMONOS の計測データを 3D レーザースキャナで取得した点群データと合成することも可能である。構造物自体の詳細な形状が分かれば、ひび割れやその他の損傷の位置が把握しやすくなる。また、KUMONOS や 3D レーザースキャナの計測データを各種図面や設備情報、写真等とともに一元管理することで設計値との比較や変位等、維持管理に必要なデータの包括的な 3D 維持管理を行うこともできる。



＜図 2-11＞KUMONOS 計測データと点群データの合成例

2-1-3. 国内外の実績

離れたところから構造物のひび割れの形状・幅を計測し、位置座標から図面を自動作成する技術はKUMONOSのみである。日本国内においてKUMONOSは、2006年10月の販売開始以来、約 140 台の販売実績を有し、計測業務についても関西工事測量だけでも官民合わせて1,000件以上の現場実績がある。KUMONOSと併用する3Dレーザースキャナについても、発売前（約14年前）から機器メーカーの開発に協力した他、測量会社として初めて導入し、約500件の業務の中で高精度な計測・解析を行う手法・ノウハウを確立している。また、関西工事測量は代理店として販売業務も行っており、計測技術の国内での普及・進歩・改善を図ることを目的としたユーザー会を設立した。これまでに27社に対して技術トレーニングを実施し、指導経験も豊富である。

また、2011年にKUMONOSを用いた建築物の外壁診断システムが経済産業省及び国土交通省より新連携事業計画に認定され、福岡市の特記仕様書には建築物の外壁診断方法として指定されている。さらにKUMONOSは、国土交通省が運営する新技術情報提供システム（NETIS）において準推奨技術として選定された他、多くの賞を受賞し、技術の優位性は広く認知され、特許も国内外で保有している。

【KUMONOSの主な受賞歴】
・2007年　第19回中小企業優秀新技術・新製品賞 「優良賞」
・2008年　土木学会 「技術開発賞」
・2009年　国土技術研究センター 国土技術開発賞 「入賞」
・2010年　文部科学省 文部科学大臣表彰 「科学技術賞（開発部門）」
・2013年　第5回ものづくり日本大賞 「優秀賞」
（KUMONOS開発者が受賞）

【KUMONOSの主な特許】
・特許第3867011号　トンネル現況展開図及びその作成方法
・特許第3996946号　光学装置、及び光学装置を用いて物体の寸法を測定する方法
・US7667823B2　“OPTICAL DEVICE, AND METHOD OF MEASURING THE DIMENSION OF OBJECT USING OPTICAL DEVICE”

その他、ヨーロッパ（スイス・ドイツ・フランス・スウェーデン）、中国、韓国でも特許を取得済みである。

また、海外におけるKUMONOSの販売実績は2013年12月末現在、3台であるが、ロシアや韓国等、複数の国から引き合いがある。アメリカ・台湾の大学への寄贈、国際学会での論文発表、各国の展示会出展を通しても高い関心を得ており、2013年3月に出展したマレーシアの展示会では、出展ブースに3日間で約500名が来場し、収集したアンケートでは約8割が「KUMONOSを使用してみたい」と回答し、特に「近付けない場所のひび割れを安全に計測できる」、「位置座標を含むデジタルデータが記録できる」という点が評価された。計測業務に関しても、アメリカの民間企業から依頼を受けてディズニーワールドのモノレールの橋脚の一部を計測予定であり、今後他国でも業務を実施する可能性が高い。

2-2. 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ

関西工事測量は、日本国内における維持管理ニーズの高まりを背景に、2002 年度より“造る測量から守る測量へ”というスローガンを掲げ、事業の中心となっていた工事測量に加え、既存構造物を対象とする維持管理を目的とした調査事業を展開してきた。創業当初から測量技術向上に向けた技術開発にも精力的に取り組んでおり、その中でも 2006 年に発表した KUMONOS は、国内で広く認知・評価され、販売事業・計測事業の双方で着実に実績を積み重ねてきた。ただし、今後の国内市場においては維持管理対象の増加に伴う計測事業の拡大は見込めても、KUMONOS の販売先は同時に計測事業における競合先にもなる。そこで、技術力強化により他社とのさらなる差別化を図るとともに、自社の持続的成長のために、市場規模が国内と比べて遥かに大きい海外市場へ目を向けた。

海外展開においては、KUMONOS の販売事業を軸とし、各国の状況に応じて 3D レーザースキャナとの併用等の活用例や管理・利活用まで含めた総合的なノウハウの紹介、ニーズに即した技術指導サービスの提案により、KUMONOS が継続的に活用される仕組みの構築を目指す。

これまでの準備状況としては、国際展示会・学会にて KUMONOS を紹介する中で、海外でのひび割れ調査もクラックスケールと手書きスケッチによるものであり、KUMONOS に対して潜在的なニーズがあることを確認している。特に、2012 年 10 月に出展した世界最大の測量展 INTERGEO では、50 カ国を超える国・地域の約 600 名の来場者から「是非使用してみたい」という声が多数挙がり、スウェーデン民間企業への販売やロシア民間企業との具体的な商談につながった。また、マレーシアを対象とした昨年度の ODA 案件化調査や中小企業基盤整備機構の支援で実施したロシア及び周辺諸国の F/S 調査でも、KUMONOS の適合可能性が高いことを確認しており、現地政府・行政機関及び民間企業と将来的な導入に向けた具体的な協議を進めてきた。

2-3. 提案企業の海外進出による日本国内地域経済への貢献

2-3-1. 日本国内の KUMONOS ユーザー企業との連携

海外で KUMONOS を継続的に活用してもらうためには、現地計測技術者の育成が必須であることから、現地で技術者を養成する仕組み作りを行っていく。その初期段階では、日本から計測技術者を派遣して技術指導を行うこととなるが、国内の計測業務もあることから、海外向けの技術指導を関西工事測量の社員のみで行うことは不可能である。そこで、国内における KUMONOS 計測業務の経験が豊富な計測企業（KUMONOS ユーザー企業）に技術指導サポート業務を委託し、関西工事測量で講習を積んだ当該企業社員（KUMONOS 技術者検定合格者を想定）を、関西工事測量社員とともに現地に派遣することを検討している。当該企業にとっては、海外業務の実績を積むことができるとともに、現地の測量業務の現状把握や現地関係者との人脈形成も可能となり、自社製品・技術の将来的な海外展開の足掛かりとなる。

2-3-2. 地域内企業・自治体との連携

関西工事測量が海外で事業を展開すると、対象国の現状に関する情報や中小企業の新規海外展開に必要なノウハウが蓄積される。それらを地域内の中小企業・自治体と共有することにより、地域内企業の円滑な海外進出の後押しが可能となる。また、展開していく過程で築いた現地の政府関係者や民間有力企業等との人脈を活かして地域内企業の優れた技術・製品を紹介することにより、将来的なビジネスマッチングによる新たな需要の創出も期待できる。

関西工事測量本社の所在地である箕面市の倉田市長や箕面商工会議所からも本調査開始前に、本調査のみならずその後の事業に対して協力意思がある旨のお言葉を頂いており、本調査の進捗報告や今後の連携に関する協議を定期的に実施している。今後は、セミナー等による本調査の成果報告・共有を行っていきたいと考えている。

2-3-3. 大学との連携

関西工事測量は、予てより大阪大学や立命館大学と共同研究に取り組んでいる。事業展開の過程において現地のニーズに即した改良・開発が発生した場合には、協力要請を行うことになるため、さらに連携が深まるとともに、事業が軌道に乗り資金面に余裕が出れば新製品・新技術の共同開発・研究に取り組むことも考えられる。

また、KUMONOS の普及事業においては、専門家として現地大学等の関係者にも参画してもらうことを想定している。KUMONOS の計測データを基にした劣化予測システムの構築に際して、現地大学と関西の大学が共同で研究することを通して、二国間連携による研究者間のネットワーク強化や研究能力向上が期待できる。

2-4. 想定する事業の仕組み

非公開部分につき非表示

非公開部分につき非表示

2-5.想定する事業実施体制・具体的な普及に向けたスケジュール

非公開部分につき非表示

非公開部分につき非表示

非公開部分につき非表示

非公開部分につき非表示

2-6. リスクへの対応

2-6-1. 想定していたリスク

事前に想定していたリスクとして、まずは知的財産権の侵害リスクがある。KUMONOSの特許未取得の地域への事業展開では、類似品や模倣品が製造される可能性はゼロではない。特に、本調査の対象国であるタイ国では、模倣品の製造及び販売事例が多く、その対象は服飾品に留まらず工業製品も被害の対象となっている。しかしながら、タイ国ではKUMONOSの母体であるTSを製造していないため､模倣品が製造されるリスクは低いと言える。他国製の模倣品が流通するリスクは存在するが、測量機器の製造販売を行う事業者の主たる拠点地域（日本、アメリカ、ヨーロッパ、中国、韓国）では特許取得済みであり、KUMONOSは発想が単純ながらも極めて高度な技術を使用していることから、知的財産権が侵害されるリスクは高くないと考えている。

次に、計測技術が伴わないまま機器だけが広まった場合、KUMONOSの評判が著しく下がってしまう風評リスクが考えられる。当該リスクに対しては、KUMONOS計測に必要となる技術が短期間のトレーニング（日本国内で実施しているKUMONOS技術者検定講習会を想定）で習得可能であることから、トレーニング実施により計測者の技術レベルを確保することで対応する。

法制度の観点からは、外国企業の事業展開の規制有無に留意する必要がある。タイ国では、2000年3月に施工された外国人事業法（Foreign Business Act）により外国企業の事業が制限されている。外国資本額が総資本の50%以上の外国企業は、第1種「特別の理由により外国人が営むことのできない業種」、第2種「国家の安全、または芸術伝統、民芸品、天然資源、環境に影響を与える事業」、第3種「外国人との競争力がまだついていない事業」を営むことが禁止または制限されており、第3種にはKUMONOS事業と関連がある建設業や技術サービス業が含まれている。将来的に現地法人を設立する可能性はあるが、その場合も日系企業タイ法人の資本が51%以上となる合弁会社とし、外国人事業法の制限を受けない形を取りたいと考えている。

タイ国への機器輸入に伴う関税に関しては、KUMONOS（測距儀：HSコード9015.10）の輸入税率は3%、付加価値税は7%であるため、販売価格の大幅な見直しが迫られる程のものではない。KUMONOSの価格決定権は関西工事測量にあることから、関税を考慮した価格を設定する。また、円建てで取引を行うことで為替変動リスクについても対応する。

その他にも、企業の海外進出で一般的に論じられる商習慣の違い、国内優遇政策や各種規制、取引先の経営状況等の信用リスク（不払い等）がリスクとして挙げられるが、現地の事情に精通している現地パートナーと協力しながら、事前の緻密な市場調査を行うことにより対応する。

2-6-2. 新たに顕在化したリスク

本調査の対象国であるタイ国の政府機関や大学、民間企業にてヒアリングを行った際、複数回使うものであればレンタルよりは購入してしまうという気質が強いという印象を複数先で受けた。KUMONOSの価格に関しても、想像通りまたはそれよりも安いという反応が圧倒的に多く、周辺諸国に比べると購入に対する壁は低い可能性がある。しかしながら、

実際に購入後の使用状況は芳しくなく、継続的に活用されていない事例が散見され、計測技術を十分に保有していなければ、KUMONOS が活用されず放置されてしまう可能性が高い。DOH では、ライカ社の最新型 3D レーザースキャナを山岳道路の法面形状等を計測することを目的として 2012 年 9 月に約 900 万バーツ（約 2,800 万円）で購入していたが、本調査を実施した 2013 年 11 月時点でも使用実績が一切ないことが判明した。また、組織内での技術継承が行われない場合、担当者の異動・退職等により KUMONOS が使用されなくなるケースも考えられる。KUMONOS を継続的に使用してもらうためには、初回計測時に同行して技術指導を行うサービスを適宜盛り込み、より実践的な計測技術・ノウハウを身に付けてもらう工夫が必要となる。また、機器のメンテナンス方法の引継ぎ（セルフチェック方法・実施頻度等）や活用状況の定期的なモニタリング等のフォローアップも行う必要がある。

上記の他に顕在化したリスクは、現地技術者の英語力である。本調査では当初、英語のみのプレゼンテーション・協議を行ったが、政府機関であってもタイ語の通訳を依頼されることがあった。今後、ソフトウェアの対応言語にタイ語を追加することの要否について現地パートナーと検討を進めていく必要がある。タイ語の追加対応を行う場合、機器内蔵プログラム及び解析ソフトウェアの修正に加え、操作マニュアルや取扱説明書の翻訳が必要になるが、価格転嫁を最小限にするために、補助金等の各種支援制度の活用も検討する。また、組織内の技術伝達はタイ語で行われる可能性が非常に高いため、タイ語と英語の双方が理解できる現地技術者（将来の技術指導者）を育成し、当該技術者を中心に組織内でのノウハウ共有が行われるようにする。